TUGAS AKHIR

EFEKTIVITAS PENYISIHAN LOGAM MANGAN (Mn) DENGAN BIOADSORBEN AMPAS TEBU MENGGUNAKAN SISTEM KONTINYU

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program studi Teknik Lingkungan

Disusun oleh :

ELDA LUTFIA FITRIANI
NIM. H75216032

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Elda Lutfia Fitriani

NIM : H75216032

Program Studi : Teknik Ligkungan

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **"EFEKTIVITAS PENYISIHAN LOGAM MANGAN (Mn) DENGAN BIOADSORBEN AMPAS TEBU MENGGUNAKAN SISTEM KONTINYU"**. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 30 Juli 2020

Yang menyatakan

METERAI TEMPEL

328D8ADF94212524

6000

ENAM RIBU RUPIAH

(Elda Lutfia Fitriani)

NIM. H75216032

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh

Nama : Elda Lutfia Fitriani

NIM : H7526032

Judul : Efektivitas Penyisihan Logam Mangan (Mn) dengan Bioadsorben Ampas Tebu Menggunakan Sistem Kontinyu.

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 16 Juli 2020

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
(Dyah Ratri Nurmaningsih, M.T)	(Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL)
NIP. 198503222014032003	NIP. 198512112014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas akhir Elda Lutfia Fitriani ini telah dipertahankan
didepan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 22 Juli 2020

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2
(Dyah Ratri Nurmaningsih, M.T)	(Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL)
NIP. 198503222014032003	NIP. 198512112014031002
Dosen Penguji 3	**Dosen Penguji 4**
(Ika Mustika, M.Kes)	(Tegun Tarunu Utama, M.T)
NIP. 198702212014032004	NUP. 201603319

Mengetahui,
Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

(Dr. Evi Fatimatur Rusydiyah, M. Ag)
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Elda Lutfia Fitriani
NIM : H75216032
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ BIOLOGI
E-mail address : Eldalutvia@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
Efektivitas Penyisihan Logam Mangan (Mn) dengan Bioadsorben Ampas Tebu Menggunakan Sistem Kontinyu

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 3 Agustus 2020

Penulis

(Elda Lutfia Fitriani)

ABSTRAK

EFEKTIVITAS PENYISIHAN LOGAM MANGAN (Mn) DENGAN BIOADSORBEN AMPAS TEBU MENGGUNAKAN SISTEM KONTINYU

Ampas tebu merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pemerahan atau ekstraksi batang tebu. Upaya pemanfaatan limbah ampas tebu salah satunya ialah dengan menjadikan sebagai bahan baku pembuatan bioadsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi logam berat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kemampuan adsorpsi bioadsorben ampas tebu terhadap logam Mangan (Mn) dengan sistem kontinyu dan mengetahui perbedaan adsorpsinya. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan variasi laju alir adsorpsi yang digunakan sebesar 5 ml/menit, 7,5 ml/menit, dan 10 ml/menit, sedangkan variasi *bed depth* bioadsorben digunakan setinggi 10 cm, 15 cm, dan 20 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi adsorpsi yang paling optimum pada *bed depth* 20 cm dengan laju alir 5 mL/menit yaitu sebesar 95,7% dari kadar awal limbah artifisial mangan 4,506 mg/L. sedangkan pada *bed depth* 20 cm dengan laju alir 7,5 mL/menit dan 10 mL/menit menghasilkan efisiensi penyisihan masing-masing sebesar 93,7% dan 90,7%. Berdasarkan kemampuan adsorpsi dengan variasi laju alir dan *bed depth* bioadsorben terdapat perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci: Ampas Tebu, Bioadsorben, Mangan (Mn), Kemampuan Adsorpsi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF MANGANESE (Mn) REMOVER WITH BIOADSORBEN FROM SUGAR CANE BAGASSE USING A CONTINOUS SYSTEM

Sugar cane bagasse is waste produced from the process of milking or extracting sugarcane stems. One of the efforts to utilize bagasse waste is to make it a raw material for making bioadsorbents used to adsorb heavy metals. The purpose of this study was to determine the ability of bagasse bioadsorbent adsorption of Manganese metal (Mn) with a continuous system and determine the differences in adsorption. This study is an experimental study using variations in the adsorption flow rate used by 5 ml / min, 7.5 ml / min, and 10 ml / min, while variations in bed depth of bioadsorbent are used as high as 10 cm, 15 cm and 20 cm. The results showed that the most optimum adsorption efficiency at a bed depth of 20 cm with a flow rate of 5 mL / min is equal to 95, 7% of the initial levels of artificial manganese waste 4,506 mg / L. whereas at a bed depth of 20 cm with a flow rate of 7.5 mL / min and 10 mL / min, yield removal efficiencies were 93.7% and 90.7%, respectively. Based on the ability of adsorption with variations in flow rate and bed depth of bioadsorbent, there are significant differences.

Keywords: *Sugar Cane Bagasse, Bioadsorbent,* Manganese (Mn), Adsorpstion Capability

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

PERNYATAAN KEASLIAN ii

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING iii

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR iv

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI v

KATA PENGANTAR vi

ABSTRAK viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Logam Mangan (Mn) 5

2.2 Adsorpsi 7

2.3 Biosorpsi 10

2.4 Bioadsorben 12

2.5 Limbah Ampas Tebu 13

2.6 Adsorpsi Sistem Kontinyu 14

2.7 Kurva *breakthrough* 15

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.10 Integrasi Keilmuan 16
2.11 Penelitian Terdahulu 17
BAB III METODE PENELITIAN 21
3.1 Lokasi Penelitian 21
3.2 Waktu Penelitian 21
3.3 Tahapan Penelitian 21
3.3.1 Kerangka Pikir Penelitian 21
3.3.2 Tahapan Penelitian 22
3.3.3 Rancangan Percobaan 24
3.4 Alat dan Bahan 25
3.5 Langkah Kerja Penelitian 26
3.5.1 Pembuatan Bioadsorben dari Ampas Tebu 26
3.5.2 Pembuatan Limbah Artifisial Mangan (Mn) 26
3.5.3 Pegukuran Mangan (Mn) menggunakan Metode Persulfat 27
3.5.4 Pengujian Variasi Laju Alir Adsorpsi 29
3.5.4 Pengujian Variasi *Bed Depth* Adsorben 29
3.5.5 Karakterisasi Bioadsorben Ampas Tebu 29
3.5.6 Preparasi Reaktor 30
3.5.7 Desain Reaktor 31
3.6 Metode Analisis Data 31
3.7 Hipotesis Penelitian 32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 33
4.1 Pembuatan Bioadsorben Ampas Tebu 33
4.1.1 Persiapan Limbah Ampas Tebu 33
4.1.2 Aktivasi Ampas Tebu 35

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2 Preparasi Reaktor 36
4.3 Pembuatan Limbah Artifisial Mangan 37
4.4 Analisis Metode Persulfat 39
4.5 Hasil Pengujian..... 43
4.5.1. Pengujian Variasi Bed *Depth* dengan Laju Alir 5 mL/menit 43
4.5.2 Pengujian Variasi Bed Depth dengan Laju Alir 7,5 ml/menit 45
4.5.3 Pengujian Variasi Bed Depth dengan Laju Alir 10 ml/menit 48
4.6 Mekanisme Adsopsi 54
4.7 Integrasi Keilmuan dan Keislaman 57
BAB V PENUTUP..... 59
5.1 Kesimpulan..... 59
5.2 Saran..... 59
DAFTAR PUSTAKA..... 60
LAMPIRAN..... 63

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kegunaan Karbon Aktif Secara Umum 12
Tabel 2. 2 Komposisi Kimiawi Ampas Tebu 14
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu..... 17
Tabel 3. 1 Rancangan Percobaan..... 24
Tabel 4. 1 Pengamatan Pengujian Persulfat 41
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Kadar Mangan (Mn) dengan Laju Alir 5 ml/menit 43
Tabel 4. 3 Efisiensi Penyerapan Mangan (Mn) Laju Alir 5 mg/L 44
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Kadar Mangan Laju Alir 7,5 ml/menit 46
Tabel 4. 5 efisiensi penyerapan mangan (Mn) laju alir 7,5 mg/L 46
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Kadar Mangan Laju Alir 10 Ml/Menit 48
Tabel 4. 7 Efisiensi Penyerapan Mangan (Mn) dengan Laju Alir 10 mg/L 49
Tabel 4. 8 Nilai Ranks Pada Variasi Bed Depth 51
Tabel 4. 9 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis Pada Variasi *Bed Depth*..... 51
Tabel 4. 10 Nilai Rank Pada Variasi Laju Alir 52
Tabel 4. 11 Hasil Uji Statistic Kruskal Wallis Pada Variasi Laju Alir 53

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva *Breakthrough* 16
Gambar 3. 1 Kerangka Pikir Penelitian..... 22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian 23
Gambar 3. 3 Tahap Pembuatan Limbah Artifisial Mn 5 ppm..... 27
Gambar 3. 4 Desain Reaktor.....…….....……..36
Gambar 4. 1 Pengumpulan Ampas Tebu..... 33
Gambar 4. 2 Proses Pencucian Ampas Tebu..... 33
Gambar 4. 3 Proses Pengeringan Ampas Tebu 34
Gambar 4. 4 Perendaman Ampas Tebu dengan Larutan NaOH..... 35
Gambar 4. 5 Simulasi Reaktor dan Pencucian Bioadsorben 37
Gambar 4. 6 Alur Pengujian Kadar Mangan (Mn) dengan Metode Persulfat..... 40
Gambar 4. 7 Grafik Efisiensi Penyerapan Mangan Laju Alir 5 ml/menit..... 45
Gambar 4. 8 Grafik Efisiensi Penyerapan Mangan Laju Alir 7,5 ml/menit..... 47
Gambar 4. 9 Grafik Efisiensi Penyerapan Mangan Laju Alir 10 ml/menit..... 50

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan penting bagi kehidupan makhluk hidup. Untuk itu, ketersediaan air bersih sangat dibutuhkan dalam mendukung berbagai macam kegiatan maupun aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Meningkatnya pertumbuhan penduduk maka semakin besar sumber daya air bersih yang dibutuhkan. Umumnya masyarakat yang belum mendapatkan pelayanan air bersih PDAM biasanya mereka memanfaatkan air tanah (sumur), air sungai, air hujan, dan sumber air lainnya. Umumnya, yang sering dijumpai kualitas air tanah yang digunakan masyarakat kurang memenuhi syarat kualitas air bersih dan air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu tentang Pengawasan dan Syarat-syarat Kualitas Air.

Mangan (Mn) merupakan salah satu logam terlarut dalam air yang banyak ditemukan bersama dengan unsur besi. Kandungan mangan (Mn) di bumi sekitar 1060 ppm dan sekitar 61 – 1010 ppm yang terdapat di tanah (sudadi, 2003). Pada umumnya mangan (Mn) digunakan dalam campuran industri baja, pigmen, las,keramik, dan elektronik. Air yang tercemar mangan (Mn) memiliki konsentrasi >0,5 mg/liter jika dilihat dengan mata memiliki ciri-ciri berwarna kuning kecoklatan dan dapat mengganggu kesehatan apabila dikonsumsi. Selain itu air endapan Mangan dapat memberikan noda-noda pada benda yang berwarna putih. Keberadaan Mangan dalam air berbentuk Mangan Bikarbonat [Mn $(HCO_3)_2$], Mangan Klorida [$(MnCl_2)$], dan Mangan Sulfat [$(MnSO_4)_3$] (Harapan dkk, 2017).

Ditinjau dari segi kesehatan, kelebihan mangan (Mn) dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan dan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan keracunan hingga dapat menyebabkan kelainan otak disertai dengan penampilan dan tingkah laku yang abnormal (Darmawati, 2019). Metode yang umum digunakan dalam pengolahan air yang mengandung logam adalah dengan presipitasi kimia, teknologi membran, koagulasi, flokulasi, reverse osmosis, *ion*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

*exchang*e, dan oksidasi/reduksi (Malik et al., 2018). Akan tetapi pengolahan limbah dengan metode tersebut memiliki kekurangan diantaranya adalah memerlukan biaya yang besar atau mahal, pembentukan lumpur tinggi, dan terlalu banyak menggunakan bahan kimia sehingga dapat menimbulkan pencemaran air karena effluen yang dihasilkan bersifat asam dan logam, sehingga dalam hal ini diperlukan alternatif dalam pengolahan limbah logam berat yaitu dengan adsorpsi menggunakan bahan biologis sebagai bioadsorben. Keuntungan dari penggunaan bioadsorben adalah biayanya relatif murah, efisiensi tinggi, minimalisasi pembentukan lumpur, dan proses regenerasinya mudah (Shafirinia et al., 2016).

Diantara metode pengolahan air yang tercemar logam mangan (Mn) tersebut yang dapat dikatakan paling efektiv yakni dengan menggunakan adsorpsi (Gusmao et al., 2012). Adsorpsi merupakan penyerapan zat oleh suata zat lain sehingga melekat pada permukaan adsorben (Zaini et al., 2017). Adsorpsi dapat diartikan sebagai proses terakumulasinya zat yang diserap (adsorbat) pada permukaan padatan penjerap (adsorben), dimana hal tersebut terjadi karena adanya gaya tarik menarik antara molekul padatan dengan material yang terjerap (Astuti, 2015). Adsorpsi merupakan pengolahan air limbah yang lebih unggul dari teknik lain dalam hal biaya yang lebih murah, desain yang sederhana, dan kemudahan dalam pengoperasian (Pandey et al., 2017). Proses adsropsi terbagi atas dua macam yaitu sistem *batch* dan kontinyu. Sistem *batch* dilakukan dengan menambahkan adsorben pada larutan yang akan diuji pada suatu kolom dan dilakukan pengamatan kualitasnya pada selang waktu tertentu. Sedangkan untuk adsorpsi secara kontinyu secara sederhana, proses ini dapat dikatakan lebih baik dari sistem *batch* dimana proses pengoperasiannya dilakukan dengan menyampurkan adsorben yang akan digunakan dengan larutan segar, sehingga kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi berjalan optimal hingga menemui titik jenuhnya. Pada proses adsorpsi hal penting yang harus diperhatikan adalah pemilihan jenis adsorben yang akan di gunakan harus baik. Salah satu adsorben yang paling potensial adalah bioadsorben. Bioadsorben merupakan penyerapan logam berat dengan menggunakan material biologi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Limbah ampas tebu merupakan hasil pemerahan batang tebu untuk diambil niranya yang dimanfaatkan sebagai minuman. Kandungan limbah ini terdiri atas serat dan gabus. Sebanyak 2,5 kg/hari limbah ampas tebu yang dihasilkan oleh pedagang minuman yang dibuang begitu saja. Selama ini pemanfaatan limbah ampas tebu oleh masyarakat hanya sebatas digunakan sebagai bahan bakar untuk masak, makananan ternak, dan bahkan hanya dibuang dan di bakar saja tanpa dimanfaatkan kembali. Jika ditinjau dari komposisi, serat ampas tebu mengandung sebesar 80% karbon aktif murni dengan daya serap terhadap larutan 12% sehingga peluang pemanfaatan ampas tebu sebagai adsorben cukup besar. Dalam penelitian (Apriliani, 2010) menyatakan bahwa selain dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, ampas tebu dapat dijadikan sebagai arang aktif. Sedangkan menurut (Kusmaningrum, 2016) kemampuan penyerapan arang aktif dari ampas tebu terhadap logam mangan (Mn) sebesar 76%.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Apakah ada perbedaan kemampuan adsorpsi pada variasi laju alir adsorpsi?
2. Apakah ada perbedaan kemampuan adsorpsi pada variasi *bed depht* bioadsorben?
3. Bagaimana kemampuan adsorpsi bioadsorben dari limbah ampas tebu terhadap penurunan logam mangan (Mn) menggunakan sistem kontinyu?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbedaan kemampuan adsorpsi pada variasi laju alir adsorpsi.
2. Mengetahui perbedaan kemampuan adsorpsi pada variasi *bed depth* bioadsorben.
3. Mengetahui kemampuan adsorpsi bioadsorben dari limbah ampas tebu terhadap logam mangan (Mn) menggunakan sistem kontinyu

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Mengurangi akumulasi limbah ampas tebu
2. Memanfaatkan limbah ampas tebu menjadi adsorben logam mangan (Mn)
3. Menambah nilai ekonomis ampas tebu
4. Mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan dari ampas tebu terhadap lingkungan
5. Memperoleh metode sederhana dalam mengolah air yang memiliki kadar mangan (Mn) melebihi baku mutu dengan memanfaatkan ampas tebu sebagai bioadsorben

1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium
2. Limbah yang digunakan adalah limbah *artificial* yaitu logam mangan (Mn)
3. Adsorben yang digunakan adalah bioadsorben (ampas tebu)
4. Melakukan adsorpsi secara kontinyu berdasarkan variasi laju alir dan *bed depth adsorben*
5. Penelitian ini hanya membahas kemampuan adsorpsi dari ampas tebu terhadap logam manganl (Mn)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Mangan (Mn)

Mangan merupakan unsur logam yang termasuk golongan VII, dengan berat atom 54,93, titik lebur 1247°C, dan titik didih 2032°C (BPPT, 2004). Keberadaannya di alam jarang sekali berbentuk unsur, umumnya dalam bentuk senyawa dengan memiliki berbagai macam valensi. Hubungannya dengan kualitas air yang sering dijumpai adalah senyawa mangan dengan valensi 2, valensi 4, dan valensi 6 (Said,2005). Menurut Slamet (2007), Mangan memiliki warna kelabu-kemerahan, keberadaan mangan (Mn) di alam umumnya ditemui dalam bentuk senyawa dengan berbagai macam valensi. Air dengan kandungan mangan yang berlebih menimbulkan rasa, warna (coklat/ungu/hitam), serta kekeruhan (Fauziah, 2010).

Dalam air, kandungan mangan yang diizinkan dalam air yang diperbolehkan untuk digunakan dalam keperluan domestik yaitu dibawah 0,05 mg/l. Dalam jumlah yang kecil (<0,5 mg/l), mangan (Mn) dalam air tidak menimbulkan gangguan kesehatan, melainkan bermanfaat dalam menjaga kesehatan otak dan tulang, berperan dalam pertumbuhan rambut dan kuku, serta membantu menghasilkan enzim untuk metabolisme tubuh untuk mengubah karbohidrat dan protein membentuk energi yang digunakan.

Berdasarkan peraturan menteri kesehatan republik Indonesia nomor/492/Menkes/per/IV/2010 tentang baku mutu persyaratan kualitas air minum. Dimana ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemaryang ditenggang keberadaannya dalam air minum atau yang dikonsumsi manusia. Berikut merupakan baku mutu air minum domestik yang ditunjukkan pada **Tabel 2.1** berikut:

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Minum

No	Jenis parameter	Satuan	Kadar maksimum Yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan		

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Jenis parameter	Satuan	Kadar maksimum Yang diperbolehkan
	langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter mikrobiologi		
	1. E-Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2. Total bakteri coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1. Arsen	mg/l	0,01
	2. Fluorida	mg/l	1,5
	3. Total Kromium	mg/l	0,05
	4. Kadmium	mg/l	0,003
	5. Nitrit, (sebagai NO_{2-})	mg/l	3
	6. Nitrat, (sebagai NO_{2-})	mg/l	50
	7. Sianida	mg/l	0,07
	8. Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhbungan dengan kesehatan		
	a. Parameter fisik		
	1. Bau		Tidak berbau
	2. warna	TCU	15
	3. total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4. kekeruhan	NTU	5
	5. rasa		Tidak berasa
	6. suhu	C	Suhu udara ± 3
	b. parameter kimia		
	1. aluminium	mg/l	0,2
	2. besi	mg/l	0,3

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Jenis parameter	Satuan	Kadar maksimum Yang diperbolehkan
	3. kesadahan	mg/l	500
	4. khlorida	mg/l	250
	5. mangan	mg/l	0,4
	6. Ph	mg/l	6,5 – 8,5
	7. Seng	mg/l	3
	8. Sulfat	mg/l	250
	9. Tembaga	mg/l	2
	10. Amonia	mg/l	1,5

Sumber: *PERMENKES Nomor/492/Menkes/per/IV/2010*

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi dikenal sebagai proses penjerapan pada suatu permukaan senyawa. Dalam proses adsorpsi terdapat istilah adsorbat dan adsorben. Adsorbat merupakan senyawa yang terjerap, dan adsorben merupakan media penyerap suatu zat. Adsorspsi terjadi disebabkan oleh molekul-molekul pada zat padat atau zat cair yang dimana adanya ketidak seimbangan antara gaya Tarik sehingga menyebabkan zat padat tersebut dapat dijadikan sebagai adsorben (Ardhaneswari, 2009). Sedangkan menurut (Anderson, 1991), adsorpsi merupakan proses yang terjadi antar permukaan molekul-molekul suatu fluida (gas atau cair) dengan permukaan molekul padatan. Interaksi tersebut terjadi akibat dari adanya gaya tarik atom atau molekul yang membentuk suatu lapisan tipis menutupi permukaan padatan.

Adsorpsi yang terjadi pada permukaan zat padat disebabkan oleh adanya gaya tarik antar atom atau molekul pada permukaan zat padat. Energi potensial permukaan yang berasal dari molekul turun dengan mendekatnya molekul ke permukaan. Molekul yang teradsorpsi dianggap dapat membentuk fasa dua dimensi dan biasa terkonsentrasi pada permukaan atau antar muka. Adsorpsi terjadi pada permukaan zat padat. Hal tersebut disebabkan adanya gaya elektrostatis atau biasa disebut gaya tarik yang terjadi antar molekul pada permukaan zat padat (Trisnawan, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menurut gaya-gaya (*driving force*) yang terjadi pada saat pengikatan ion maupun logam pencemar dalam proses adsorpsi menurut (Notodarmojo, 2005) dalam (Utama, 2015) terbagi atas tiga gaya yaitu:

a. Gaya Fisika

   Gaya fisika terjadi disebabkan oleh gaya tarik *London-van der Waals* serta ikatan hidrogen. Gaya antara adsorben dengan sorbatnya ini berpengaruh dalam jarak pendek. Gaya *van der waals* adalah ikatan lemah akan tetapi sangat penting dalam analisis adsorpsi senyawa organik dan zat bersifat aditif. Gaya ini jika terjadi bersamaan dalam sekelompok molekul maupun sekelompok ion akan menguat. Pada proses sorpsi ini energi yang dilepaskan berkisar antara 5 – 20 kJ/mol.

b. Gaya dan Proses Kimia

   Gaya dan proses kimia Gaya dan proses kimia diakibatkan adanya ikatan kovalen dan ikatan hidrogen. Ikatan kovalen merupakan ikatan dalam bentuk senyawa kompleks yaitu adanya ligan yang menyumbangkan pasangan elektron kepada ion logam. Selain pertukaran ion pembentukan senyawa kompleks ini merupakan proses yang penting dalam proses adsorpsi. Proses adsropsi secara kimiawi memiliki ikatan yang lebih kuat dan bersifat permanen jika dibandingkan dengan sorpsi oleh gaya fisika. Energi yang dihasilkan dari proses kimiawi berkisar antara 100 – 400 kJ/mol.

c. Gaya elektrostatik

   Gaya ini dapat dikategorikan dalam gaya fisika. Gaya tarik ini akan membentuk ikatan secara elektrostastik dan gaya ini menyebabkan pertukaran ion. Energi yang dihasilkan dari gaya elektorstatik dapat mencapai 200 kJ/mol.

Menurut (Widayatno dkk, 2017) menjelaskan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi, antara lain:

1. Macam- macam Adsorben:
   a. Adsorben Polar, jenis adsorben ini memiliki daya adsorben yang tinggi terhadap asam karboksilat, alkohol, alumina, keton, dan aldehid.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Adsorben non Polar, memiliki daya serap yang tinggi terhadap senyawa dengan sifat basa.

c. Adsorben Basa, memiliki daya serap yang tinggi terhadap senyawa dengan sifat asam.

2. Macam- macam Adsorbat

Penyerapan tergantung jenis zat yang diserap. Zat elektrolit lebih cepat diadsorpsi dengan hasil adsorpsi lebih banyak dibandingkan dengan larutan non elektorlit. Hal tersebut dikarenakan zat elektorlit menghasilkan gaya tarik menarik akibat dari ion dengan muatan yang berbeda-beda, sehingga menyebabkan tingkat penyerapan (adsorpsi) semakin besar.

3. Konsentrasi masing- masing zat

Sesuai dengan persamaan Frendlich, menyebutkan bahwa jika konsentrasi (C) semakin besar, maka otomatis jumlah solute yang teradsorpsi semakin besar. Dapat dilihat pada persamaan berikut:

$\frac{X}{M}$= k.x.C^n …….. **(Persamaan 2.1)**

Dimana:

X = berat teradsorpsi

M = berat adsorben

K, n = konstanta

4. Luas permukaan

Semakin luas permukaan adsorben (ukuran adsorben semakin kecil), maka adsorpsi yang terjadi semakin besar hal tersebut bisa saja disebabkan adanya zat yang menempel pada permukaan adsorben.

5. Tekanan

Apabila tekanan diperbesar maka molekul-molekul adsorbat akan lebih cepat teradsorpsi, hal tersebut menyebankan bertambah banyak jumlah adsorbat yang terserap. Dengan kata lain besar kecilkan tekanan mempengaruhi jumlah zat yang diserap. Dapat dilihat pada persamaan Harkins berikut:

log $P = B - \frac{S}{V}$ atau In $P = -d\,\frac{(A^2+1)}{2KT}$ …….... **(Persamaan 2.2)**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dimana:

V = jumlah mol yang diadsorpsi

P = tekanan gas (atm)

B = konsentrasi (mol/detik)

A = konstanta Boltzman

T = suhu mutlak (˚K)

Apabila B dan S tidak berubah (tetap), maka akan semakin besar tekanannya, dan mol zat yang teradsorpsi semakin besar.

6. Daya larut terhadap Adsorben

   Apabila daya larut tinggi maka proses adsorbsi pada suatu zat akan memiliki daya adsorpsi lebih tinggi terhadap adsorbat tertentu.

7. Koadsorpsi

   Merupakan adsorben yang telah melakukan adsorbsi suatu zat dan hal tersebut menjadikan daya adsorpsi lebih besar dari pada daya adsorbsi awal.

8. Pengadukan

   Terjadinya pertumbukan antara molekul – molekul adsorben dan adsorbat sehingga mempercepat proses adsorpsi.

2.3 Biosorpsi

Biosorpsi merupakan proses penyerapan dengan menggunakan material biologi (biomaterial) sebagai adsorben. Menurut Cossich et al., (2003) dalam (Apriliani, 2010), biosorpsi diartikan sebagai proses pemanfaatan bahan alami yang digunakan untuk mengikat logam berat. Pada proses ini terjadi ketka ion logam berat mengikat dinding sel dengan du acara yag berbeda, cara pertama dengan pertukaran ion dimana ion monovalent dan divalent (Na, Mg, dan Ca) pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat, kedua adalah dengan pembentukan kompleks antara ion-ion logam berat dengan fungsional grup seperti karbonil, amino, hidroksi, posfat, dan hidroksi-karboksil yang terletak pada dinding sel. Biosorpsi merupakan proses yang bersifat bolak balik dan cepat. Proses bolak balik ikatan ion logam berat di permukaan sel ini dapat terjadi pada

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sel mati dan sel hidup dari suatu biomass. Keefektifan proses biosorpsi dapat dipengaruhi oleh pH dan kehadiran ion-ion lainnya di media.

Biomaterial yag digunakan sebagai penyerap disebut dengan biosorben. Penyerapan oleh biomaterial dapat melalui pengikatan aktif dan pengikatan pasif. Pada pengikatan aktif melibatkan reaksi metabolisme yang terjadi pada biomaterial yang hidup sedangkan pengikatan pasif terjadi pada biomaterial yang telah mati. Biomaterial memiliki gugus fungsi yang bermacam-macam yang terdapat dalam dinding selnya. Gugus fungsi yang aktif dalam proses penyerapan diantaranya karboksil, hidroksil, amino, posfat dan sebagainya.

Penyerapan ion logam yang terjadi pada biomaterial melalui mekanisme-mekanisme yang telah diusulkan oleh Tzesus dalam apriliani dimana usulan berhubungan dengan perpindahan ion logam yang melalui lapisan atau permukaan dinding, tahap perpindahan yang terjadi antara lain:

1. Perpindahan antara ion logam dari bagian larutan ke film pembatas yang berada pada dinding sel
2. Perpindahan ion logam dari film pembatas ke permukaan sel
3. Perpindahan ion logam sel ke sisi aktif biomaterial
4. Fase penyerapan yang terdiri dari pengikatan, pengompleksan serta pengendapan yang terjadi di dalam membrane biomaterial.

Proses adsorpsi dengan menggunakan bahan buangan atau limbah pertanian atau biosorpsi merupakan alternatif dalam pengolahan air limbah. Proses biosorpsi lebih baik digunakan untuk metode kimia dan fisika, hal tersebut dikarenakan faktor-faktor sebagai berikut:

1. Biosorben murah, yang dimana mudah didapatkan dan kemungkinan dapat digunakan kembali
2. Penyerapan ion logam selektif dapat menggunakan biosorben
3. Proses biosorpsi dapat dilakukan secara luas pada beberapa kondisi lingkungan seperti pH, kekuatan ion, dan temperatur.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.4 Bioadsorben

Adsorben merupakan padatan zat penjerap yang memiliki kemampuan dalam penyerapan adsorbat atau senyawa pada permukaan adsorben. Adsorbat yang diserap oleh adsorben dapat berupa senyawa organik, zat warna, dan ion logam pada larutan. Beberapa jenis adsorben yang biasa digunakan diantaranya adalah zeloit, *fly ash*, kitosan, dan lain sebagainya. Serta terdapat beberapa jenis adsorben yang dibuat dengan menggunakan bahan yang ekonomis biasanya berasal dari sesuatu yang tidak dimanfaatkan lagi atau limbah (Rinaldy, *et.al*., 2018).

Biosorben merupakan material yang digunakan dalam proses biosorpsi. Biosorben memiliki kemudahan dalam teknik pengolahan serta relatif murah dan mudah didapatkan. Biosorben memungkinkan dapat bersaing dengan teknologi penyisihan logam berat yang telah ada di lapangan sebelumnya. Dapat dikatakan murah apabila pembuatan biosorben mudah, dan ketersediaannya di alam cukup banyak (Utama, 2015).

Tabel 2. 2 Kegunaan Bioadsorben Secara Umum

Tujuan	kegunaan
Industri obat dan makanan	Menghlangkan dan menyaring bau maupun rasa
Industri minuman	Menghilangkan bau, rasa, warna pada minuman
Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah
Pemurnian air	Menghilangkan bau, rasa, warna dan zat pencemar yang terkandung dalam air
Tambak udang	Pemurnian air, menghilangkan baud an warna
Pemurnian gas	Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun
Pengolahan pupuk	Pemurnian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sumber: (Ardhaneswari, 2009)

2.5 Limbah Ampas Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman perdu, termasuk dalam tumbuhan monokotil yang berasal dari family rumput-rumputan. Tebu memiliki batang lurus dan memiliki ruas. Diameter batang tebu berkisar antara 3-5 cm dengan tinggi batang sekitar 2-5 meter dan tidak bercabang (Kiswanto, 2014). Batang tebu menyimpan sukrosa berkisar 8-16% dan serat sekitar 11-16% serta kandungan air 69-76% (Ernasari dkk, 2018). Dilihat dari kandungan dalam tebu oleh sebab itu tanaman tebu dimanfaatkan sebagai bahan pemanis gula maupun minuman.

Ampas tebu merupakan residu yang dihasilkan dari proses penggilingan tebu yang telah di peras atau di ekstrak untuk diambil niranya guna dimanfaatkan sebagai bahan pemanis alami pada industri gula sehingga diperoleh hasil samping berupa limbah yang sebagian besar tersusun akan serat dan gabus yang lebih sering disebut dengan ampas tebu atau *bagasse.* Ampas tebu beraroma segar dan mudah kering sehingga tidak menimbulkan bau busuk, akan tetapi mengganggu estetika lingkungan apabila dibiarkan saja atau tidak diolah. Kandungan serat ampas tebu tersusun atas selulosa, pentosane, dan lignin (Apriliani, 2010).

Ampas tebu sangat berpotensi sebagai biosorben karena terkandung atas lignoselulosa,dimana unsur tersebut banyak mengandung karbon, sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan Bioadsorben. Dibandingkan dengan tempurung kelapa yang hanya memiliki selulosa 26,60% dan serabut kelapa 28,28%, kandungan ampas tebu memiliki kandungan ligniselulosa lebih besar diantaranya tersusun atas lignin 21%, selulosa 37% dan hemiselulosa 28% (Shofa, 2012). Bioadsorben yang berasal dari biomass lignoselulosa memiliki banyak manfaat antara lain:

1. Memiliki keberagaman prekursor
2. Merupakan biomass terbarukan dan berlimpah
3. Sintesis yang dilakukan tergolong sederhana dan mudah
4. Berkontribusi mengurangi biaya pengelolaan limbah, dan
5. Mengurangi dampak negatif pada lingkungan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Komposisi kimiawi yang terdapat pada ampas tebu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 3 Komposisi Kimiawi Ampas Tebu

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65
Sari	1,81
Pentosan	27,97
SiO_2	3,01

Sumber: (Asbahani, 2013)

2.6 Adsorpsi Sistem Kontinyu

Studi tentang adsorpsi mulai berkembang dengan pesat dimana sistem batch mulai dikembangkan menjadi sistem kontinyu untuk mengolah limbah cair dengan kapasitas yang besar. Sistem kontinyu memberikan kemudahan dalam mengoperasikan pengolahan limbah cair dengan aliran limbah secara terus menerus hingga jenuh. Pada sistem kontinyu, kapasitas *breakthrough* berhubungan dengan fungsi jenuh bahan setelah dipakai dalam proses adsorpsi dalam kolom. Menurut Eckenfelder (2000) dalam (Utama, 2015), beberapa model desain kolom adsorpsi yang dapat diaplikasikan yaitu:

1. *Downflow column.* Kolom ini berupa *fixed bed* dengan susunan seri. Ketika kurva *breakthrough* telah tercapai pada kolom terakhir, kolom pertama berada dalam kesetimbangan dengan konsentrasi influen (Co) untuk mencapai kapasitas penyerapan maksimum adsorbennya.
2. *Upflow column*. Kolom ini digunakan apabila air limbah mengandung padatan tersuspensi atau mengandung materi biologi yang dapat menguraikan adsorbennya.
3. *Multiple units column*. Kolom ini dijalankan dengan mode parallel untuk mengalirkan air limbah ke dalam kolom. Kemudian effluen dari kolom-kolom parallel berada pada satu sistem outlet yang sama. Tujuannya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

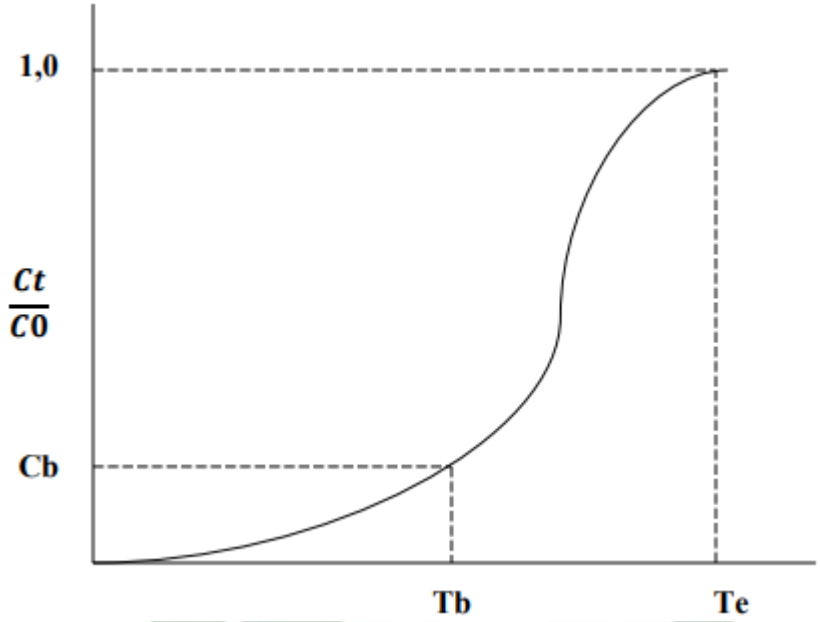
adalah untuk membagi beban pengolahan per kolomnya untuk mendapatkan hasil penyerapan maksimum oleh bioadsorben.

2.7 Kurva *breakthrough*

Kurva *breakthrough* merupakan kurva yang menggambarkan rasio antara konsentrasi effluen (Ce) dengan konsentrasi influen (Co) versus waktu atau dengan volume air limbah. Kurva *breakthrough* dengan kenaikan yang curam, merupakan performa yang lebih efisien. Ketika dalam kurun waktu tertentu adsorben mengalami titik jenuh oleh polutan, effluent kolom akan mengalami kenaikan secara tajam membentuk kurva *breakthrough* hingga mencapai *exhaust*. Pada saat mecapai *breakthrough* konsentrasi polutan dalam air limbah yang melewati kolom akan naik secara tajam hingga konsentrasi jenuh, sehingga konsentrasi effluen akan sama dengan influennya (Utama, 2015).

Aplikasi adsropsi sebagian besar dilakukan dalam skala pabrik, adsropsi air limbah dilakukan dalam kolom secara kontinyu. Polutan teradsorpsi pada bagian permukaan pori-pori adsorben hingga mencapai titik kesetimbangan dengan konsentrasi influen limbah. Pada titik tersebut, adsroben telah menyerap polutan dengan konsentrasi effluen sama dengan konsentrasi influennya. Panjang zona terserapnya polutan tersebut dinamakan zona transfer massa atau dikenal dengan kata lain *bed* kritis, dimana zona ini merupakan kedalaman teoritis untuh mencegah konsentrasi polutan melebihi konsentrasi *breakthrough* yang diharapkan pada waktu nol (Utama, 2015). Kurva *breakthrough* ditunjukkan dalam **Gambar 2.1** dibawah ini

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2. 1 Kurva *Breakthrough*

Sumber : Digambar ulang dari (Utama, 2015)

2.10 Integrasi Keilmuan

Kerusakan lingkungan akibat pencemaran logam berat Timbal (Pb) sangat berbahaya bagi makhluk hidup. Pencemaran logam berat dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, kehidupan organisme, di darat maupun di air. Pencemaran lingkungan tentu tidak terlepas dari aktivitas manusia, dimana sumber utama pencemaran logam berat berasal dari buangan limbah industri, pertambangan, limbah rumah tangga, dan pertanian (Supriadi, 2016). Sebagaimana firman Allah dalam QS Ar-Ruum ayat 41 yang berbunyi :

ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya:

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Surat Ar-Ruum ayat 41 ini menjelaskan tentang kerusakan yang terjadi di darat dan di laut merupakan hasil perbuatan tangan manusia. Pencemaran merupakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

salah satu dampak kegiatan manusia baik dalam skala domestik maupun industri dan pertambangan yang juga menjadi salah satu penyebab kerusakan lingkungan.

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat dijadikan sebagai literasi akademik sebagai bahan penyusunan kerangka penelitian yang akan dilakukan. **Tabel 2.4** berikut adalah penelitian-penelitian yang telah dilakukan

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Martin.,et al et al.,	2010	Modification of the sorptive characteristics of sugarcane bagasse for removing lead from aqueous solutions	Pada penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui potensi ampas tebu dengan diaktivasi asam sulfat untuk menghilangkan logam berat timbal dan dianalisa dengan model langmuir dan diperoleh kapasitas maksimum penyerapan timbal sebesar 7,297 mg/g.
2.	Apriliani	2010	Pemanfaatan arang ampas tebu sebagai adsorben ion logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam air limbah	Efisiensi penyerapan logam Pb tertinggi pada limbah simulasi adalah 95,92% dan kapasitas penyerapan sebesar 0,3941 mg/g.
3.	Ramadona	2018	Pembuatan dan karakteristik karbon aktif dari ampas tebu sebagai adsorben senyawa	Pembuatan karbon aktif dari ampas tebu yang dikarbonisasi dan diaktivasi dengan NaCl 30% berhasil dilakukan. Adsorpsi fenantrena oleh adsorben

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
			Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Fenantrena	karbon aktif pada masa 15 mg dalam waktu 1 jam diperoleh adsorpsi sebesar 61,95%.
4.	Sutiyani, dkk	2015	Uji efektivitas pemanfaatan limbah ampas tebu dan serbuk kayu sebagai adsorben untuk pengolahan air limbah pewarnaan jeans	Adsorpsi dengan adsorben ampas tebu menyisihkan kadar TSS sebesar 50% , kadar COD 28,55% sampai 96,36% dengan Ph air limbah 7. Adsorben ampas tebu dalam menyisihkan TSS dan COD lebih efektiv daripada adsorben serbuk kayu.
5.	Nurbaeti, dkk [illegible] i and [illegible] 8)	2018	Arang ampas tebu (bagasse) teraktivasi asam klorida sebagai penurun kadar ion $H_2PO_4^-$	Kondisi optimum yang dibutuhkan arang ampas tebu teraktivasi yaitu dengan PH 5, waktu kontak optimum 25 menit dan sebanyak 1,5 g adsorben. Kondisi tersebut dapat menurunkan konsentrasi ion fosfat dalam limbah laundry sebesar 22,82%
6.	Asrijal, dkk	2013	Variasi Konsentrasi Aktivator Asam Sulfat (H_2SO_4) Pada Karbon Aktif	Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh aktivator Asam Sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 5%, 10%, 15% dan 20%

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
			Ampas Tebu Terhadap Kapasitas Adsorpsi Logam Timbal	terhadap penurunan logam timbal. Hasil menunjukkan H_2SO_4 dengan konsentrasi 5% lebih efektiv dalam menurunkan logam timbal.
7.	Amin	2008	*Removal of reactive dye from aqueous solution by adsorption onto active carbons prepared from sugarcane bagasse pith*	Dalam penelitian ini memanfaatkan ampas tebu menjadi karbon aktif. Dengan memanfaatkan karbon aktif sebagai penghilang reaktif oranye (RO) dalam air. pH awal, konsentrasi zat warna awal dan dosis adsorben sebagai parameter.
8.	Kaur, et al	2008	*Comparative studies of zinc, cadmium, lead and copper on economically viable adsorbents*	Mengemukakan ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat seperti Zn^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+} dan Cu^{2+} dengan efisiensi penyerapan sebesar 90%,70%,80%, dan 55%.
9.	Khadijah, et al	2012	*Utilization of sugarcane bagasse in the production of activated carbon for groundwater treatment*	Karbon aktif ampas tebu dapat menurunkan kadar kekeruhan 98,82%, warna 96,99%, jumlah coliform 100% dan total padatan tersuspensi 99,55%

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
10.	Poliana, et al	2010	*Removal of petroleum hydrocarbons from aqueous solution using sugarcane bagasse as adsorbent*	Dalam penelitian ini mengatakan bahwa adsorben ampas tebu dapat menghilangkan minyak sebesar 90-90%

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium pribadi yang terletak di Ds. Balongmojo Kec. Benjeng Kab. Gresik ,Jawa Timur.

3.2 Waktu Penelitian

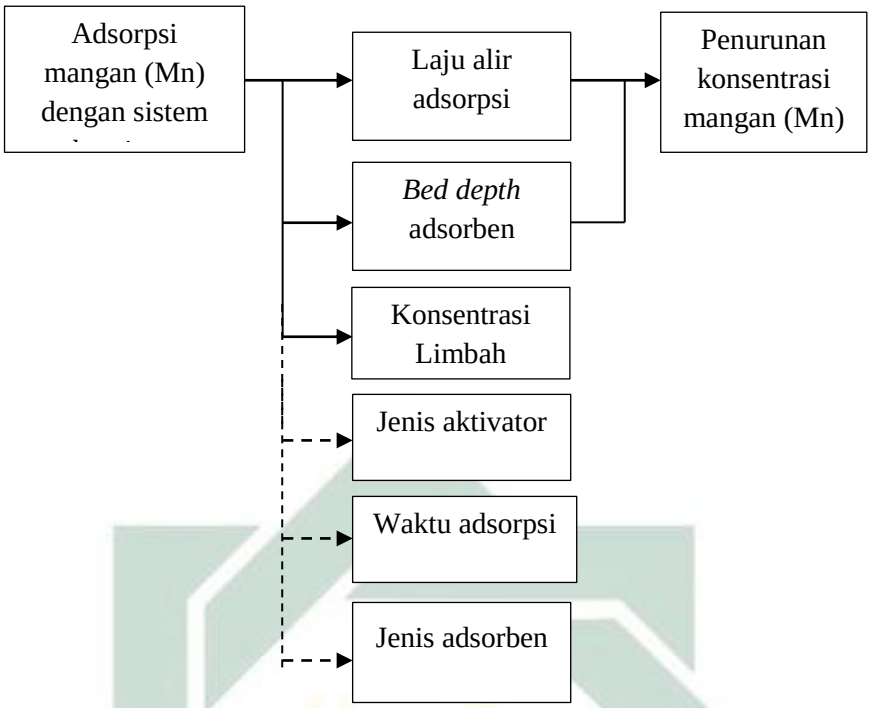
Waktu pelaksanaan penelitian dan analisis hasil penelitian Tugas Akhir ini dimulai pada bulan Maret 2020 sampai bulan Mei 2020 di Laboratorium pribadi.

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian merupakan alur yang disusun secara sistematis yang dimaksudkan untuk memperoleh hasil dari sebuah tujuan penelitian. Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi logam mangan (Mn) oleh bioadsorben dari limbah ampas tebu dengan menggunakan sistem kontinyu sehingga diketahui besar penyisihan terhadap logam mangan (Mn) dalam air limbah buatan (artifisial). Kemudian dilakukan analisa dan dikaji berdasarkan studi literatur. Selanjutnya dari analisa dan pembahasan tersebut sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3. 1 Kerangka Pikir Penelitian

Keterangan:

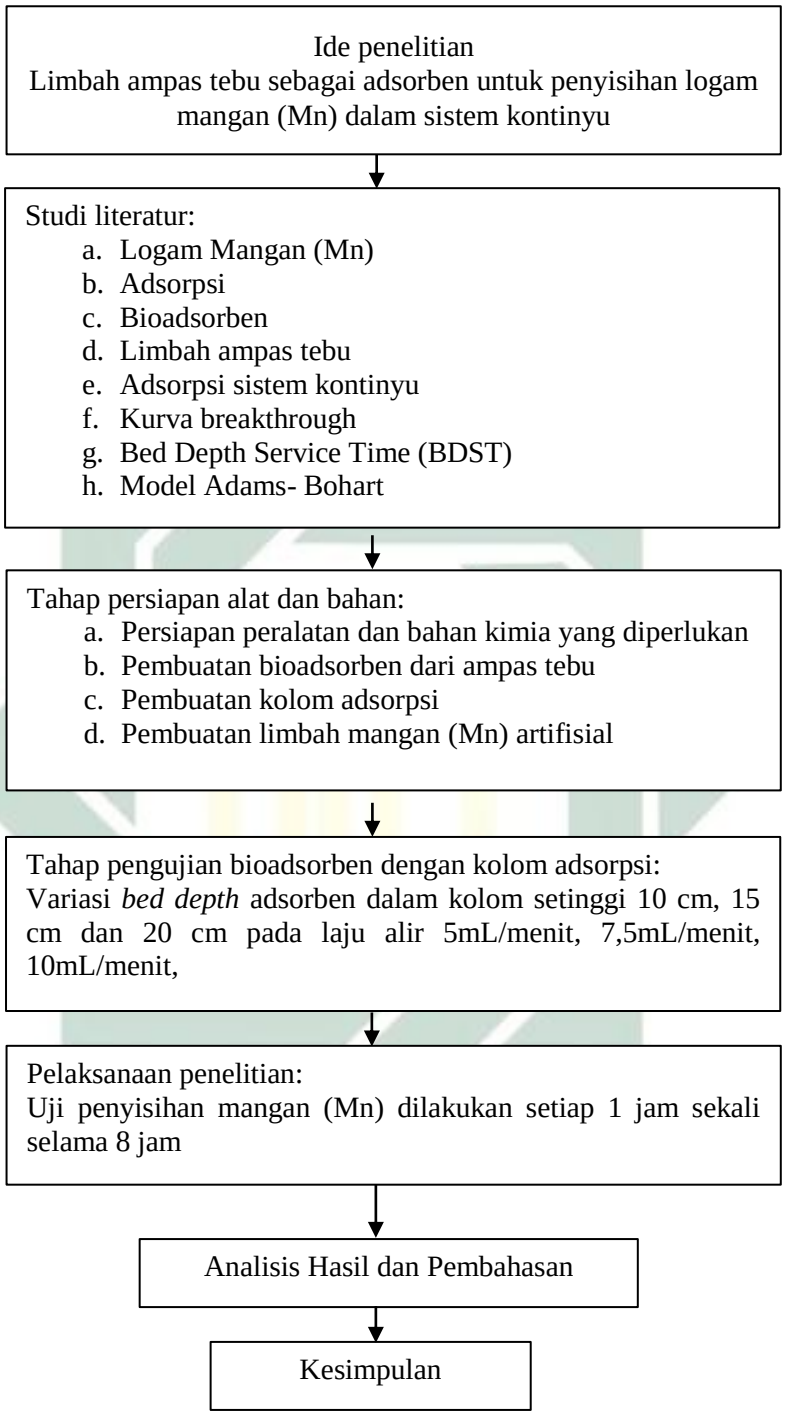
→ : Diteliti

- - -→ : Tidak diteliti

3.3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian tugas akhir terbagi menjadi beberapa tahap antara lain ide penelitian, studi literatur, persiapan alat dan bahan, pelaksanaan penelitian, analisi dan pembahasan, serta penyusunan laporan dan kesimpulan. Alur tahapan penelitian disajikan dalam gambar berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium. Sampel air limbah Mn dengan konsentrasi yang sama di adsorpsi menggunakan kolom kontinyu dengan variasi *bed depth* adsorben 10 cm, 15 cm, dan 20 cm serta laju alir sebesar 5 mL/menit, 7,5 mL/menit dan 10 mL/menit. Kemudian sampel air limbah hasil adsorpsi diambil setiap satu jam selama 8 jam untuk mengetahui penurunan konsentrasi Mn dalam air limbah. Rancangan percobaan penelitian dapat dilihat pada table dibawah berikut:

Tabel 3. 1 Rancangan Percobaan

	Y_1	Y_2	Y_3
Z_1	$Y_1 Z_1$	$Y_2 Z_1$	$Y_3 Z_1$
Z_2	$Y_1 Z_2$	$Y_2 Z_2$	$Y_3 Z_2$
Z_3	$Y_1 Z_3$	$Y_2 Z_3$	$Y_3 Z_3$

Keterangan:

Y_1 : Perlakuan laju alir adsorbsi 5 mL/menit

Y_2 : Perlakuan laju alir adsorbsi 7,5 mL/menit

Y_3 : Perlakuan laju alir adsorbsi 10 mL/menit

Z_1 : Perlakuan *bed depth* adsorben 10 cm

Z_2 : Perlakuan *bed depth* adsorben 15 cm

Z_3 : Perlakuan *bed depth* adsorben 20 cm

$Y_1 Z_1$: Perlakuan laju alir adsorbsi 5 mL/menit, *bed depth* adsorben 10 cm

$Y_2 Z_1$: Perlakuan laju alir adsorbsi 7,5 mL/menit, Perlakuan *bed depth* adsorben 10 cm

$Y_3 Z_1$: Perlakuan laju alir adsorbsi 10 mL/menit, Perlakuan *bed depth* adsorben 10 cm

$Y_1 Z_2$: Perlakuan laju alir adsorbsi 5 mL/menit, Perlakuan *bed depth* adsorben 15 cm

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$Y_2 Z_2$: Perlakuan laju alir adsorbsi 7,5 mL/menit, Perlakuan *bed depth* adsorben 15 cm

$Y_3 Z_2$: Perlakuan laju alir adsorbsi 10 mL/menit, Perlakuan *bed depth* adsorben 15 cm

Y1 Z3 : Perlakuan laju alir adsorbsi 5 mL/menit, Perlakuan bed depth adsorben 20 cm

Y2 Z3 : Perlakuan laju alir adsorbsi 7,5 mL/menit, Perlakuan bed depth adsorben 20 cm

Y3 Z3 : Perlakuan laju alir adsorbsi 10 mL/menit, Perlakuan bed depth adsorben 20 cm

3.4 Alat dan Bahan

A. Peralatan

Dalam penelitian ini peralatan yang dibutuhkan adalah:

1. Gelas ukur
2. Labu pengencer
3. Erlenmayer
4. Kolom kontinyu
5. Toples
6. Timbangan digital
7. Oven
8. Spatula
9. Ayakan 100 mesh
10. Blender

B. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Limbah ampas tebu
2. Larutan perak nitrat ($AgNO_3$)
3. Asam nitrat (HNO_3)
4. Kristal kalium persulfat ($K_2S_2O_8$)
5. Kristal kalium permanganat ($KMnO_4$)
6. NaOH 2% untuk aktivasi
7. Aquades

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5 Langkah Kerja Penelitian

3.5.1 Pembuatan Bioadsorben dari Ampas Tebu

Ampas tebu yang telah diambil dari penjual es tebu terlebih dahulu di bersihkan dengan cara dicuci menggunakan air bersih. Kemudian dilakukan pengeringan selama ± 7 hari di bawah sinar matahari. Jika sudah kering, ampas tebu dipotong ± 1 cm dan diblender. Setelah itu dilakukan aktivasi dengan merendap ampas yang telah di potong ke dalam lauran NaOH 2% selama 1 jam. Setelah 1 jam ampas yang telah direndam tersebut ditiriskan dan dicuci dengan aquades sampai pH netral. Kemudian dilakukan pengovenan pada suhu 105˚C selama 24 jam dan diayak dengan ayakan 100 mesh.

3.5.2 Pembuatan Limbah Artifisial Mangan (Mn)

a. Pembuatan Larutan Induk Mn 1000 ppm

Limbah artifisial mangan (Mn) merupakan limbah buatan dimana proses pembuatannya dilakukan dengan melarutkan senyawa Kalium permanganat ($KMnO_4$) pada aquades. Limbah buatan yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 5 ppm. Langkah pertama yang dilakukan dengan membuat larutan induk timbal (Pb) 1000 ppm sebanyak 1000 mL sebagai stok, setelah itu diencerkan menjadi 5 ppm.

b. Pembuatan Sampel Limbah Mangan (Mn) 5 ppm

Pembuatan sampel limbah mangan (Mn) dimulai dengan mengambil sebanyak 5 mL larutan induk Mangan (Mn) 1000 ppm menggunakan pipet, kemudian di masukkan pada bak penampung yang berisi 1000 ml aquades. Pengambilan 5 mL larutan induk Mn berasal dari perhitungan berikut :

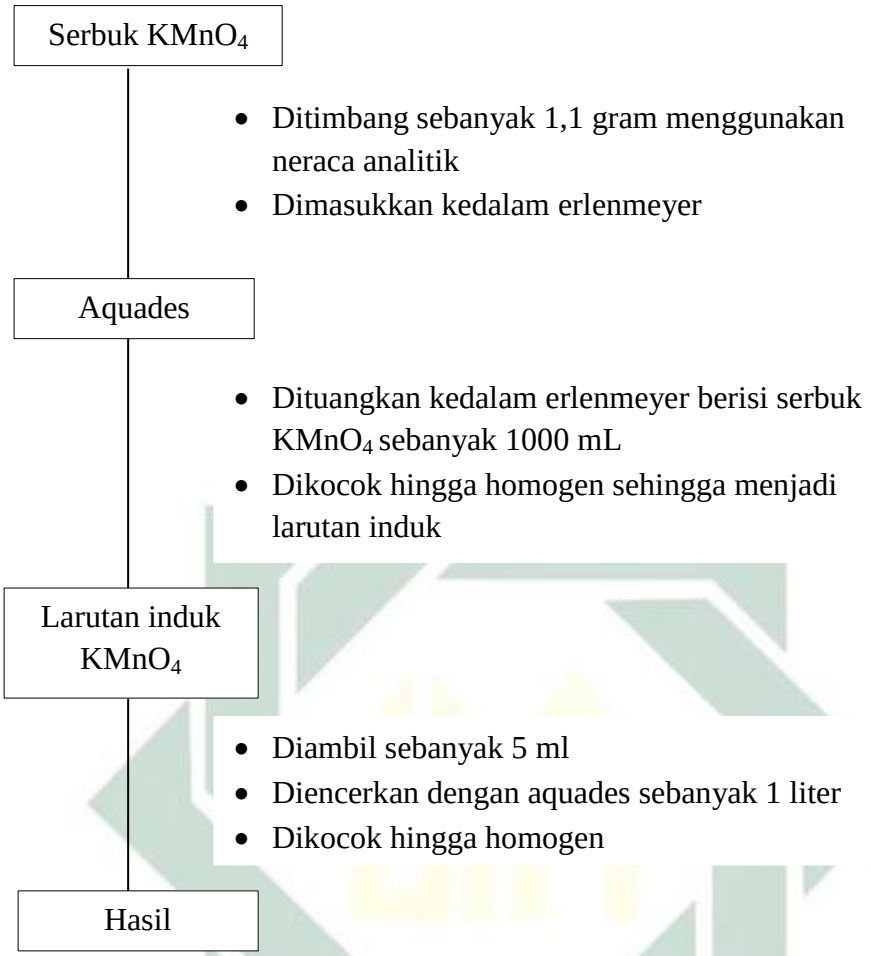
Konsentrasi 10 ppm

$C_1 . V_1 = C_2 . V_2$

$1000 \text{ ppm} . V_1 = 5 \text{ ppm} . 1000\text{mL}$

$V_1 = 5 \text{ mL}$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3. 3 Tahap Pembuatan Limbah Artifisial Mn

3.5.3 Pegukuran Mangan (Mn) menggunakan Metode Persulfat

a. Uji laboratorium

Pengujian dilakukan di Laboratorium pribadi. Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu disiapkan alat-alat dan bahan-bahan yang akan digunakan. Alat dan bahan yang akan digunakan dijelaskan pada **Tabel 3.2** berikut ini:

Tabel 3. 2 Alat dan Bahan Pengujian Persulfat

No.	Alat/Bahan	Kegunaan
1.	Gelas ukur	Mengukur volume larutan yang akan digunakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Alat/Bahan	Kegunaan
2.	Tabung erlenmeyer	Mencampurkan atau mereaksikan larutan
3.	Pipet tetes	Meneteskan larutan
4.	Spatula	Mengambil serbuk $KMnO_4$
5.	Hot plate	Memanaskan larutan
6.	Tabung Nessler	Wadah untuk larutan pembanding
7.	Aquades	Pengencer larutan $KMnO_4$
8.	Kalium Permanganat ($KMnO_4$)	Sebagai limbah artifisial dan larutan pembanding
9.	Perak Nitrat ($AgNO_3$)	Titran untuk mengendapkan logam berat dalam air
10.	Asam Nitrat (H_2NO_3)	Larutan pemisah antara logam berat dan air
11.	Kalium persulfat ($K_2S_2O_8$)	Indikator kadar Mn

Skema kerja pengujian Mangan (Mn) dilakukan sebagai berikut:

Sampel Air

- Diukur sebanyak 20 ml dengan gelas ukur

Asam Nitrat

- Ditetsi sebanyak 3 tetes

Perak Nitrat

- Dititrasi hingga timbul endapan
- Dipanaskan dengan *hot plate*

Kalium Persulfat

- Ditambahkan sebanyak 1 spatula
- Diamati perubahan warna apabila berubah menjadi warna ungu berarti positif mengandung mangan (Mn)
- Dibandingkan dengan larutan standar
- Dicari warna yang mirip dengan larutan standar untuk penentuan konsentrasi mangan (Mn)

Selesai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.4 skema kerja pengukuran mangan (Mn)

b. Perhitungan kadar Mangan (Mn)

Dilakukan perhitungan dengan menggunakan **Persamaan 3.1** untuk mengetahui konsentrasi kadar mangan :

Mn (mg/L) = $\frac{1000}{25}$ x n x a (BE MN/ BE $KMnO_4$)… (**Persamaan 3.1**)

Keterangan : n = normalitas $KMnO_4$

a = $KMnO_4$ yang ditambahkan (ml)

3.5.4 Pengujian Variasi Laju Alir Adsorpsi

Laju alir adsorpsi diatur secara manual dengan menggunakan selang infus yang digunakan untuk mengatur cepat atau lambatnya air. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sampel larutan $KMnO_4$ yang dialirkan secara *down flow* dengan variasi laju alir sebesar 5 mL/menit, 7,5 mL/menit dan 10 mL/menit pada kolom adsorpsi dengan *bed depth* setinggi 10 cm, 15 cm dan 20 cm. Kemudian sampel diambil setiap 1 jam sekali selama 8 jam sebanyak 200 ml.

3.5.4 Pengujian Variasi *Bed Depth* Adsorben

Pengujian sampel terhadap *bed depth* adsorben, sampel larutan $KMnO_4$ dialirkan ke dalam kolom secara *down flow* dengan variasi *bed depth* adsorben setinggi 10 cm,15 cm dan 20 cm pada kolom adsorpsi dengan laju alir sebesar 5 mL/menit , 7,5 mL/menit dan 10 mL/menit . pengaturan laju alir dilakukan dengan menggunakan selang infus. Kemudian air limbah yang telah melalui proses adsorpsi diambil setiap 1 jam sekali selama 8 jam sebanyak 200 ml.

3.5.5 Karakterisasi Bioadsorben Ampas Tebu

Pembuatan adsorben yang berasal dari limbah ampas tebu yang sudah dilakukan, langkah selanjutnya yaitu dilakukan uji karakteristik yaitu uji kadar air secara gravimetri. Hasil yang diperoleh pada pengujian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ini digunakan untuk mengetahui karakteristik dari adsorben limbah ampas tebu yang telah dibuat.

Uji kadar air dilakukan dengan cara pengeringan menggunakan sinar matahari dan oven. Pada penelitian ini dilakukan 2 kali uji kadar air, yang pertama dilakukan setelah pencucian ampas, dan yang kedua dilakukan setelah proses aktivasi adsorben. Pada pembuatan adsorben, adsorben limbah ampas tebu ditimbang dengan neraca analitik untuk mengetahui berat adsorben sebelum pengeringan kemudian adsorben dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam, setelah itu adsorben tersebut ditimbang pada neraca analitik. Setelah dilakukan proses aktivasi, adsorben dari limbah ampas tebu ditimbang dengan menggunakan neraca analitik sebanyak 10 gram dengan cawan petri yang sebelumnya telah ditimbang untuk mengetahui beratnya, kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang dengan neraca analitik. Terakhir dilakukan perhitungan dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a} . 100\%$$

Dimana : a: berat sampel sebelum pengeringan (g)

b: berat sampel setelah pengeringan (g)

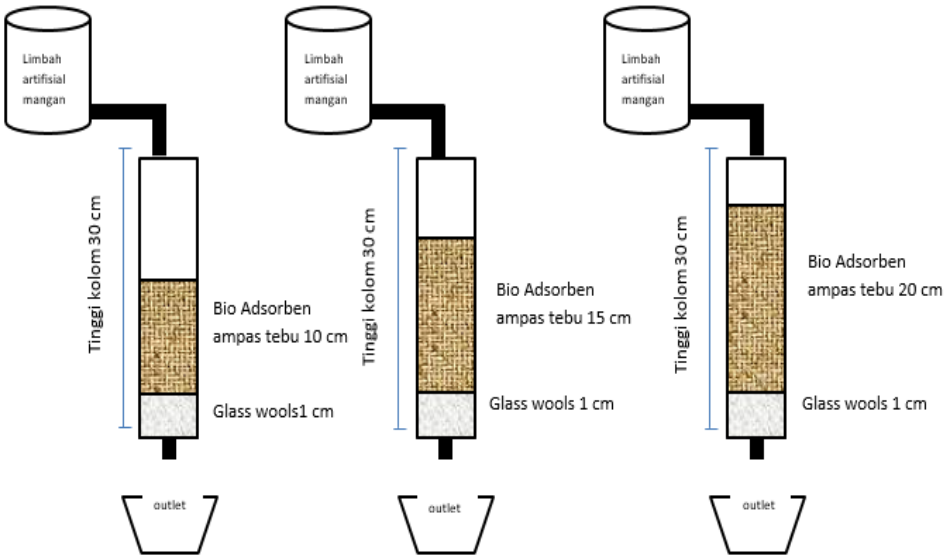
3.5.6 Preparasi Reaktor

Preparasi dilakukan dengan mempersipkan alat-alat yang diperlukan antara lain: Kolom adsorpsi, wadah air, selang infus, dan gelas ukur. Kemudian mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan yaitu: bioadsorben dari ampas tebu, aquades, dan glasswools. Untuk mengatur laju alir dilakukan secara manual dengan menggunakan timer. Selanjutnya adsorben dari ampas tebu setinggi 10 cm, 15 cm, dan 20 cm dimasukkan dalam kolom adsorbsi dengan bagian bawah kolom di beri glasswool agar bioadsorben tidak ikut terbawa ke outlet.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5.7 Desain Reaktor

Reaktor di desain dengan menggunakan kolom yang disambung selang air dan dialiri dengan sampel limbah Mn buatan. Kolom yang digunakan berukuran 5 cm x 5 cm x 30 cm, dengan menggunakan aliran secara *downflow* . Desain reaktor dapat dilihat pada **Gambar 3.4** dibawah ini



Gambar 3. 4 Desain Reaktor

3.6 Metode Analisis Data

Analisa data dilakukan dengan menggunakan uji Kruskal Wallis yaitu uji yang digunakan untuk mempelajari perbedaan rata-rata lebih dari dua kelompok atau lebih. Uji statistik ini dapat digunakan sebagai pengganti uji ANNOVA yang apabila data penelitian yang akan diuji berbentuk data peringkat atau data dalam skala ordinal dan data yang diperoleh tidak berdistribusi normal.

Sebagaimana uji non-parametrik lainnya, uji Kruskal-Wallis juga tidak memerlukan asumsi normal dan homogen pada distribusi induknya. Persyaratan yang harus dipenuhi dalam uji ini adalah k buah sampel dipilih secara acak dan tidak dalam k buah kelompok yang akan disusun peringkatnya merupakan kontinyu. Nilai keyakinan yang digunakan sebesar 95% dan level og significant (α)= 0,05

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.7 Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan suatu jawaban sementara terhadap penelitan yang hendak diuji kebenarannya sampai data terkumpul. Jawaban yang diperoleh bisa diterima dan bisa saja ditolak. Maka hipotesis dalam penelitian ini dugunakan untuk menduga berbedaan antara variabel yang diterapkan yaitu variasi bed depth dan variasi laju alir. Dengan demikian hipotesis dalam penelitian ini adalah:

H_0 : tidak ada perbedaan signifikan antara variasi bed depth, dan variasi laju alir terhadap penurunan kadar Mangan (Mn)

H_1 : ada perbedaan signifikan antara variasi bed depth, variasi laju alir terhadap penurunan kadar Mangan (Mn)

Berdasarkan probabilitasnya terhadap masing-masing variabel dalam mengambil keputusan dapat dilakukan berdasarkan hal berikut

H_0 diterima jika nilai signifikan > nilai α (sig.> α)

H_0 ditolak jika nilai signifikan < nilai α (sig.< α)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Bioadsorben Ampas Tebu

4.1.1 Persiapan Limbah Ampas Tebu

Ampas tebu dikumpulkan dari penjual es tebu setempat. Ampas tebu yang dikumpulkan masih segar dengan karakteristik fisik ampas tebu ini berwarna hijau muda dan putih segar serta mengeluarkan aroma khas tebu. Ampas tebu yang sudah dikumpulkan terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir, hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada ampas tebu.

Gambar 4. 1 Pengumpulan Ampas Tebu

(*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*)

Gambar 4. 2 Proses Pencucian Ampas Tebu

(*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ampas tebu yang sudah dicuci kemudian dilanjutkan pada proses dehidrasi yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada ampas tebu. Proses dehidrasi dilakukan dengan cara menjemur ampas tebu dibawah sinar matahari selama 4 hari sampai kering. Berikut **Gambar 4.3** proses pengeringan ampas tebu.

Gambar 4. 3 Proses Pengeringan Ampas Tebu

(*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*)

Ampas tebu yang telah dikeringkan, secara volume maupun berat mengalamai penyusutan. Hal tersebut disebabkan panas matahari mampu membantu pelepasan kandungan air pada ampas tebu sehingga terjai penyusutan dan penurunan berat kering. Rendahnya kadar air akan memperpanjang daya penyimpanan bahan karena reaksi enzimatis dapat terhentikan sehingga mencegah timbulnya mikroorganisme (Hartini, 2014). Secara berat dalam proses dehidrasi dibawah terik matahari ini menyebabkan penyusutan pada ampas tebu, ampas tebu sebelum dikeringkan memiliki berat 4 kg dan setelah dikeringkan menjadi 2 kg. dimana kadar air ampas tebu dalam proses dehidrasi dengan sinar matahari adalah sebesar 0,5%. Proses selanjutnya yaitu menghaluskas ampas tebu dengan cara dicacah dengan ukuran ±1 cm dan dihaluskan dengan blender (Apriliani, 2010).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.1.2 Aktivasi Ampas Tebu

Ampas tebu yang telah dihaluskan diaktivasi menggunakan bahan kimia yaitu NaOH 2%. Kristal NaOH ditimbang sebanyak 10 gram untuk dilarutkan dalam 500 mL aquades. Kemudian diaduk hingga homogen. Pada saat pelarutan Kristal NaOH dalam aquades terjadi proses eksoterm yang menyebabkan larutan berwarna putih keruh dan menghasilkan panas selama beberapa menit, setelah reaksi tersebut larutan berubah menjadi bening dan tidak berwarna. Kemudian ampas tebu yang sudah halus direndam larutan NaOH selama 1 jam. Pada proses perendaman adsorben terjadi perubahan warna larutan menjadi warna kuning kecoklatan. Setelah itu ampas tebu dicuci menggunakan aquades hingga bersih. Setelah proses perendaman dan pencucian selesai, ampas tebu dikeringkan dengan cara di oven pada suhu 105°C selama 24 jam.

Gambar 4. 4 Perendaman Ampas Tebu dengan Larutan NaOH

(*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*)

Proses aktivasi bertujuan untuk melarutkan beberapa senyawa yang terkandung pada adsorben. Selain itu tujuan dari aktivasi dengan bahan kimia bertujuan untuk menambahkan gugus fungsi seperti –OH dan –COOH agar dapat lebih banyak dalam menyerap logam yang akan diadsorpsi oleh adsorben (Fengel and Gerd, 1995).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2 Preparasi Reaktor

Preparasi reaktor merupakan bagian penting dalam penelitian ini. Hal pertama yang dilakukan adalah membuat kolom adsorpsi yang terbuat dari *acrylic* berbentuk tabung yang berdiameter luar 5 cm dan diameter dalam 4,5 cm dengan panjang kolom 30 cm. kedua sisi ditutup menggunakan penutup pipa paralon untuk bagian inlet dan outlet. Penutup pipa paralon diberi lubang kecil untuk jalan masuknya air dan jalan keluarnya air. Kemudian membuat tiang penyangga kolom dibuat dari besi sepanjang 45 cm dengan lebar 45 cm. selanjutnya kolom disetting menggunakan selang infus yang berfungsi untuk mengalirkan sampel air menuju inlet kolom dan berfungsi juga sebagai pengatur laju alir.

Pada penelitian ini digunakan variasi laju alir yaitu 5 ml/menit, 7,5 ml/menit, dan 10 ml/menit. Perbedaan laju alir diharapkan adanya perbedaan yang signifikan dalam keefektifan proses adsorpsi. Menurut (Utama 2015) dalam penelitianya menyatakan bahwa laju alir mempengaruhi proses adsorpsi dan laju alir yang lebih rendah dapat menyerap penyisihan ion logam yang lebih efektif. Pengatur cepat lambat laju alir dengan menggunakan selang infus. Laju alir kolom disetting menggunakan gelas ukur dan stopwatch. Laju alir diukur dari outlet kolom kedalam gelas ukur dalam waktu satu menit. Volume air yang keluar dibaca melalui tanda tera yang terdapat pada gelas ukur. Pengukuran dilakukan berkali-kali untuk mendapatkan settingan yang akurat.

Langkah selanjutnya yaitu mengisi kolom adsorpsi yang siap digunakan dengan menyusun glasswol setebal 1cm pada bagian bawah kolom hal tersebut bertujuan agar bioadsorben tidak ikut masuk ke selang outlet. Kemudian bioadsorben ampas tebu dengan tinggi masing-masing kolom adalah 10 cm, 15 cm, dan 20 cm berturut-turut, yaitu 28,47 gram, 45,27 gram, dan 60,91 gram. Setelah itu dilakukan simulasi menggunakan aquades, tujuannya untuk mencuci bioadsorben sebelum digunakan selain itu juga dilakukan pengujian laju alir dalam kolom lagi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Aquades yang pertama kali keluar dari kolom berwarna kuning kecoklatan menyerupai teh. Warna tersebut merupakan kotoran yang terendap pada permukaan bioadsorben. Setelah kurang lebih 30 menit pencucian dihentikan, sisa aquades dalam kolom dibuang dan kemudian dijalankan kembali menggunakan limbah artifisial yang telah dipersiapkan.

Gambar 4. 5 Simulasi Reaktor dan Pencucian Bioadsorben

(*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*)

4.3 Pembuatan Limbah Artifisial Mangan

Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah artificial atau limbah buatan dari serbuk $KMnO_4$ yang dilarutkan dengan aquades. Pengenceran $KMnO_4$ dilakukan sesuai dengan perhitungan molaritas dan konsentrasi yang diinginkan. Konsentrasi mangan (Mn) yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5 mg/L atau 5 ppm. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan membuat larutan induk mangan 1000 ppm atau 1000 mg/l. perhitungan pembuatan larutan induk mangan sebagai berikut:

Diketahui :

a. Ar Mn = 55
b. Ar K = 39

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

c. Ar O = 16

d. Kemurnian = 99%

e. Valensi (e) KMnO4 = 5

Maka, membuat laruta induk 1000 mg/l mangan (Mn) adalah melarutkan sebanyak 1 gram $KMnO_4$ dalam 1 liter aquades untuk mendapatkan larutan induk dengan konsentrasi 1000 ppm.

Kemurnian 99% maka $\frac{1\ gram\ KMnO4}{0,99}$ = 1,01 gram

$$M = \frac{gr}{Mr\ KMnO_4} \times \frac{1000}{v}$$

$$= \frac{1,01}{158} \times \frac{1000}{1000}$$

$$= 0,0064\ M$$

$$N = M \times e$$

$$= 0,0064 \times 5$$

$$= 0,032$$

Jadi, banyaknya serbuk $KMnO_4$ yang dibutuhkan dalam membuat larutan dengan konsentrasi 1000 ppm adalah 1,01 gram untuk dilarutkan dalam 1000 mL aquades. Berikutnya membuat larutan sampel dengan konsentrasi 5 ppm atau 5 mg/L yang dilakukan dengan mengencerkan larutan induk yang telah dibuat sebelumnya. Pengenceran dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

C1 . V1 = C2 . V2

1000 ppm . V1 = 5 ppm . 1000 mL

V1 = 5 mL

Jadi, untuk membuat 1 liter limbah buatan mangan 5 ppm dibutuhkan 5 mL larutan induk. Jumlah limbah yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

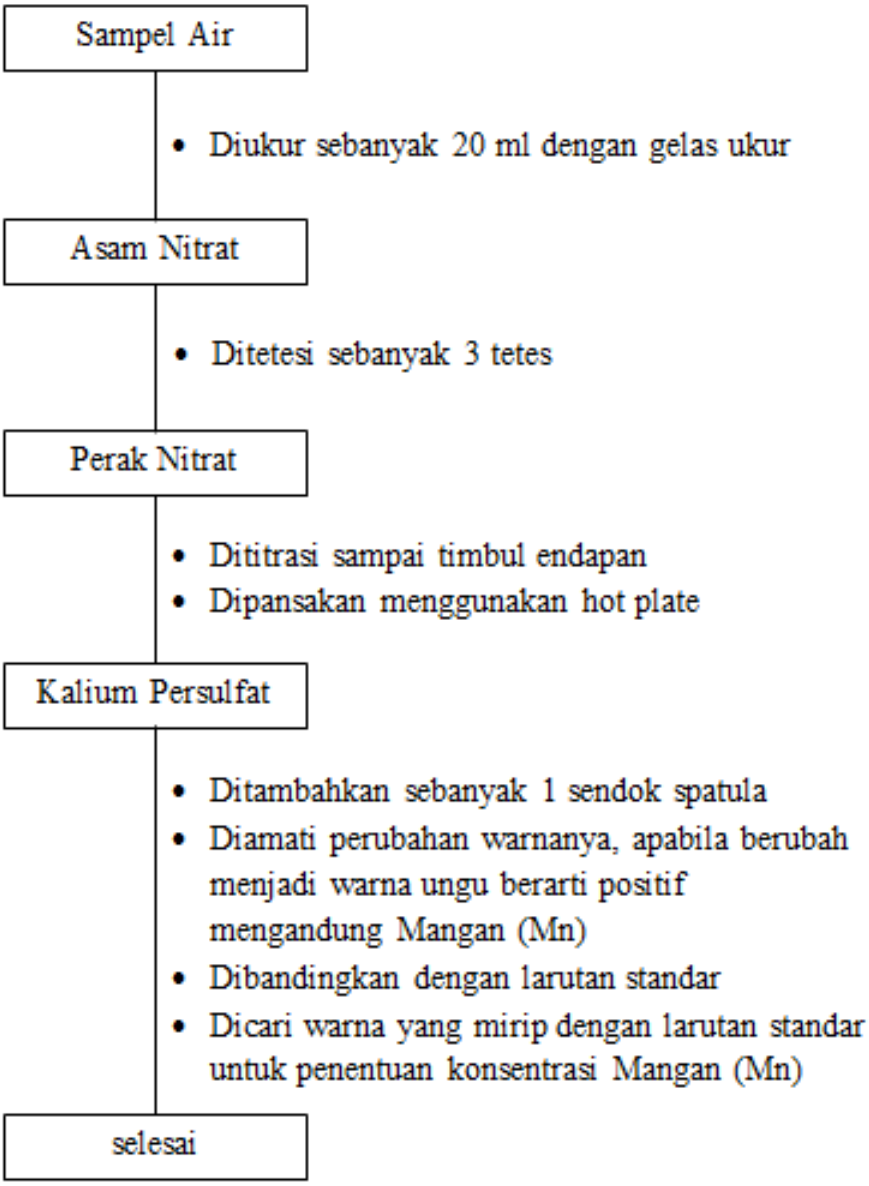
2 liter untuk tiap kolom sehingga membutuhkan 10 mL dari larutan induk mangan. Kemudian sampel air limbah artifisial diujikan sebagai control untuk memastikan kadar mangan dalam air limbah. Pengujian sampel dilakukan dengan metode persulfat.

Hasil pengujian limbah mangan dengan metode persulfat menunjukkan bahwa limbah artifisial yang dibuat memiliki konsentrasi sebesar 4,506 mg/L. hal ini menunjukkan adanya perbedaan antara perhitungan pengenceran dengan perhitungan pengujian persulfat. Permasalahan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah terjadinya kesalahan pada saat pengenceran atau *human error* sehingga memungkinkan hasilnya tidak sesuai dengan yang diharapkan.

4.4 Analisis Metode Persulfat

Effluen limbah artifisial mangan dari reactor selama 8 jam diuji konsentrasi mangan (Mn) dengan menggunakan metode persulfat. Metode persulfat merupakan pengujian konsentrasi mangan (Mn) yang dilakukan dengan menggunakan bahan kimia khusus serta dibandingkan dengan larutan mangan pembanding kadar larutan pembanding biasanya antara 0,1 mg/l sampai dengan 2 mg/l atau lebih (Thuraindah 2015). Berikut gambar dan tabel menjelaskan alur pengujian metode persulfat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

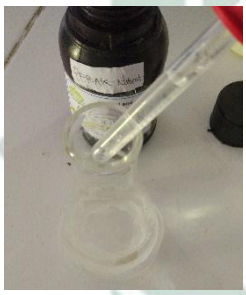


Gambar 4. 6 Alur Pengujian Kadar Mangan (Mn) dengan Metode Persulfat

Sumber: Data Primer, 2020

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4. 1 Pengamatan Pengujian Persulfat

No.	Gambar	Perlakuan	Keterangan
1.		Diambil hasil effluen sebanyak 20 ml dalam erlenmeyer	Pengambilan sampel dilakukan setiap satu jam sekali selama 8 jam.
2.		Ditetesi Asam Nitrat sebanyak 3 tetes	Asam nitrat berfungsi sebagai pemisah antara air dan logam
3.		Ditetesi dengan Perak Nitrat sampai timbul endapan	Perak nitrat berfungsi untuk mengendapkan logam yang terkandung dalam air. larutan berubah menjadi keruh
4.		Dipanaskan ± 1 menit	Pemanasan dilakukan untuk mempercepat reaksi yang berlangsung
5.		Ditambahkan serbuk kalium persulfat sebanyak 1 spatula	Penambahan kalium persulfate berfungsi untuk mengikat logam mangan dalam air sehingga berwarna ungu apabila air mengandung logam mangan (Mn)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No.	Gambar	Perlakuan	Keterangan
6.		Dikocok sampai homogen dan diamati perubahan warna	-
7.		Dibandingkan dengan larutan standar	Dari hasil pembanding dengan larutan pembanding diketahui kadar mangan (Mn). Kadar mangan jam pertama pada bed depth 20 cm, laju alir 7,5 adalah 0,9. kemudian dihitung dengan **Persamaan 3.1**

Sumber : hasil analisis, 2020

Hasil yang diperoleh dari pengujian persulfat dianalisa dengan menggunakan **persamaan 3.1** analisa dilakukan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi serta mengetahui waktu *breakthrough*.

$$\text{Mn (mg/L)} = \frac{1000}{25} \text{ x n x a (BE MN/ BE } KMnO_4\text{)}$$

$$\text{Mn (mg/L)} = \frac{1000}{25} \text{ x } 0{,}001 \text{ x } 0{,}9 \text{ x } \frac{22{,}5}{31{,}6}$$

$$= 0{,}811 \text{mg/L}$$

Jadi, konsentrasi Mangan (Mn) pada jam pertama dengan laju alir 7,5 ml.menit pada bed depth 20 cm dan konsentrasi limbah 5 mg/l adalah 0,811 mg/L.

Reaksi kima yang terjadi pada saat dilakukan pengujian dengan metode persulfat adalah sebagai berikut:

$$Mn + 2NO_3 + 8H^+ \rightarrow 3Mn^{2+} + 2NO + 4H_2O$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$3Mn^{2+} + 2AgNO_3 \rightarrow Mn(NO_3)_2 + 2Ag$

$2Mn(NO_3)_2 + 3K_2S_2O_8 + \rightarrow 2KMnO_4 + 4KNO_3 + 6SO_2$

Adanya senyawa $KMnO_4$ yang terkandung dalam larutan yang menyebabkan larutan berubah warna menjadi ungu.

4.5 Hasil Pengujian

4.5.1. Pengujian Variasi Bed *Depth* dengan Laju Alir 5 mL/menit

Pada penelitian ini menghasilkan data inlet dan outlet kadar mangan melewati kolom adsorpsi. Pengaruh variasi *bed depth* dalam kolom setinggi 10 cm, 15 cm, dan 20 cm diuji dengan parameter laju alir yang seragam yaitu 5 ml/menit serta dengan kadar mangan limbah artifisial yang sama yaitu 5 mg/L. pengamatan dilakukan selama 8 jam pengaliran limbah dalam kolom dan diuji dengan menggunakan metode persulfat. Berikut **Tabel 4.2** merupakan data hasil pengukuran kadar mangan dengan variasi bed depth dan laju alir 5 ml/menit.

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Kadar Mangan (Mn) dengan Laju Alir 5 ml/menit

Waktu kontak (Jam)	Laju alir (ml/menit)	C0 (mg/L)	Ct (mg/L)		
			10 cm	15 cm	20 cm
1	5	4,506	0,901	0,631	0,451
2	5	4,506	0,451	0,451	0,270
3	5	4,506	0,451	0,270	0,180
4	5	4,506	0,270	0,180	0,180
5	5	4,506	0,180	0,090	0,090
6	5	4,506	0,180	0,090	0,090
7	5	4,506	0,270	0,180	0,090
8	5	4,506	0,270	0,180	0,180

Sumber: Hasil analisis, 2020

Keterangan:

C_0 = Kadar Awal Mangan (Mn)

C_t = Kadar Akhir Mangan (Mn)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan hasil pengaliran limbah mangan artifisial dapat disimpulkan bahwa kadar mangan (Mn) setelah dialirkan melalui kolom hasil effluennya adalah 0,09 mg/L – 0,72 mg/L. Hasil dari ketiga kolom yang diuji memiliki kadar mangan yang berbeda-beda, pada *bed depth* 10 cm kadar mangan terendah adalah 0,18 mg/L pada jam jam ke-5 dan jam ke-6. Sedangkan untuk *bed depth* 15 cm kadar mangan terendah 0,09 mg/L pada jam ke-5 dan jam ke-6 dan untuk *bed depth* 20 cm kadar terendah mangan adalah 0,09 mg/L pada jam ke-5 sampai jam ke-7. Efisiensi penyerapan kadar Mangan (Mn) dapat dilihat pada **Tabel 4.3** berikut:

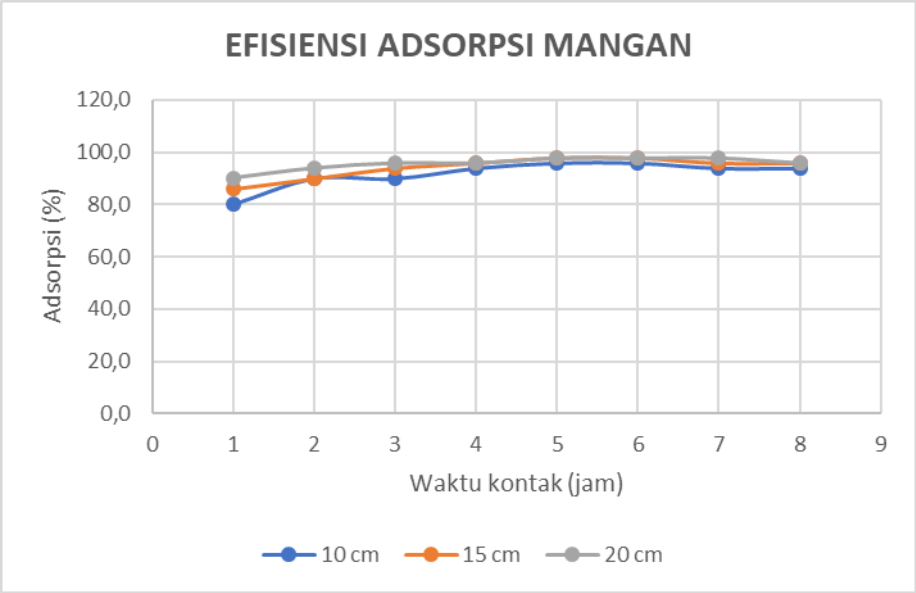
Tabel 4. 3 Efisiensi Penyerapan Mangan (Mn) Laju Alir 5 mg/L

Waktu kontak (jam)	Laju alir	C0 (mg/l)	Ct (%)		
			10 cm	15 cm	20 cm
1	5	4,506	80,0	86,0	90,0
2	5	4,506	90,0	90,0	94,0
3	5	4,506	90,0	94,0	96,0
4	5	4,506	94,0	96,0	96,0
5	5	4,506	96,0	98,0	98,0
6	5	4,506	96,0	98,0	98,0
7	5	4,506	94,0	96,0	98,0
8	5	4,506	94,0	96,0	96,0
Rata-rata			**91,7**	**94,2**	**95,7**

Sumber: hasil analisa, 2020

Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat dilihat bahwa efisiensi adsorpsi Mangan (Mn) pada bed depth 10 cm memiliki rata-rata adsropsi sebesar 91,7%, sedangkan bed depth 15 cm rata-rata adsorpsinya adalah 94,2% dan untuk rata-rata adsorpsi bed depth 20 cm adalah 95,7%. Estimasi penyerapan kadar Mangan (Mn) dengan laju alir 5 mg/L dan variasi bed depth 10 cm berkisar antara 80% - 96%, kemudian untuk bed depth 15 cm berkisar antara 86% - 98%, dan untuk bed depth 20 cm berkisar antara 90% - 98%. Tinggi adsorben mempengaruhi proses adsorpsi yang dimana proses adsorpsi akan meningkat seiring dengan bertambahnya tinggi bioadsorben (Nurhaeni dkk, 2017).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4. 7 Grafik Efisiensi Penyerapan Mangan (Mn) pada Laju Alir 5 ml/menit

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa adanya perbedaan penyerapan pada variasi *bed depth* 10 cm, 15 cm, dan 20 cm secara grafik. Penyerapan dengan *bed depth* 10 cm cenderung lebih rendah pada jam pertama, pada jam ke dua sampai pada jam ke-6 penyerapan cenderung meningkat dan stabil kemudian terjadi penurunan penyerapan pada jam ke-7. Untuk *bed depth* 15 cm penyerapan stabil sampai jam ke-6 dan terjadi penurunan pada jam ke-7. Berbeda dengan besar penyerapan pada *bed depth* 20 cm pada jam pertama kemampuan penyerapan cukup besar dan stabil sampai jam ke-7 dan terjadi sedikit penurunan pada jam ke-8. Rendahnya penyerapan air limbah dalam kolom bisa saja terjadi akibat belum sepenuhnya air limbah kontak dengan bioadsorben (Maghfirana, 2019).

4.5.2 Pengujian Variasi Bed Depth dengan Laju Alir 7,5 ml/menit

Pada penelitian ini menghasilkan data inlet dan outlet kadar mangan melewati kolom adsorpsi. Pengaruh variasi bed depth dalam kolom setinggi 10 cm, 15 cm, dan 20 cm diuji dengan parameter laju alir yang seragam yaitu 7,5 ml/menit serta dengan kadar mangan limbah artifisial yang sama yaitu 5 mg/L. pengamatan dilakukan selama 8 jam pengaliran limbah dalam kolom dan diuji dengan menggunakan metode

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

persulfat. Berikut **Tabel 4.4** yang mencakup hasil pengukuran kadar mangan dengan variasi bed depth dan laju alir 7,5 ml/menit.

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Kadar Mangan (Mn) dengan Laju Alir 7,5 ml/menit

Waktu kontak (jam)	Laju alir (ml/menit)	C0 (mg/l)	Ct (mg/L)		
			10 cm	15 cm	20 cm
1	7,5	4,506	1,082	0,811	0,811
2	7,5	4,506	0,901	0,631	0,361
3	7,5	4,506	0,721	0,451	0,270
4	7,5	4,506	0,451	0,451	0,180
5	7,5	4,506	0,361	0,270	0,180
6	7,5	4,506	0,270	0,180	0,090
7	7,5	4,506	0,180	0,180	0,180
8	7,5	4,506	0,180	0,090	0,180

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Keterangan:

C_0 = Kadar Awal Mangan (Mn)

C_t = Kadar Akhir Mangan (Mn)

Berdasarkan hasil pengaliran limbah mangan artifisial dapat disimpulkan bahwa kadar mangan (Mn) setelah dialirkan melalui kolom hasil effluennya adalah 0,09 mg/L – 1,082 mg/L. Hasil dari ketiga kolom yang diuji memiliki kadar mangan yang berbeda-beda, pada *bed depth* 10 cm kadar mangan terendah adalah 0,18 mg/L pada jam ke-7 dan jam ke-8. Sedangkan untuk *bed depth* 15 cm kadar mangan terendah 0,09 mg/L pada jam ke-8 dan untuk *bed depth* 20 cm kadar terendah mangan adalah 0,09 mg/L pada jam ke-6. Berikut **Tabel 4.5** mengenai efisiensi penyerapan mangan (Mn) laju alir 7,5 mg/L.

Tabel 4. 5 efisiensi penyerapan mangan (Mn) laju alir 7,5 mg/L

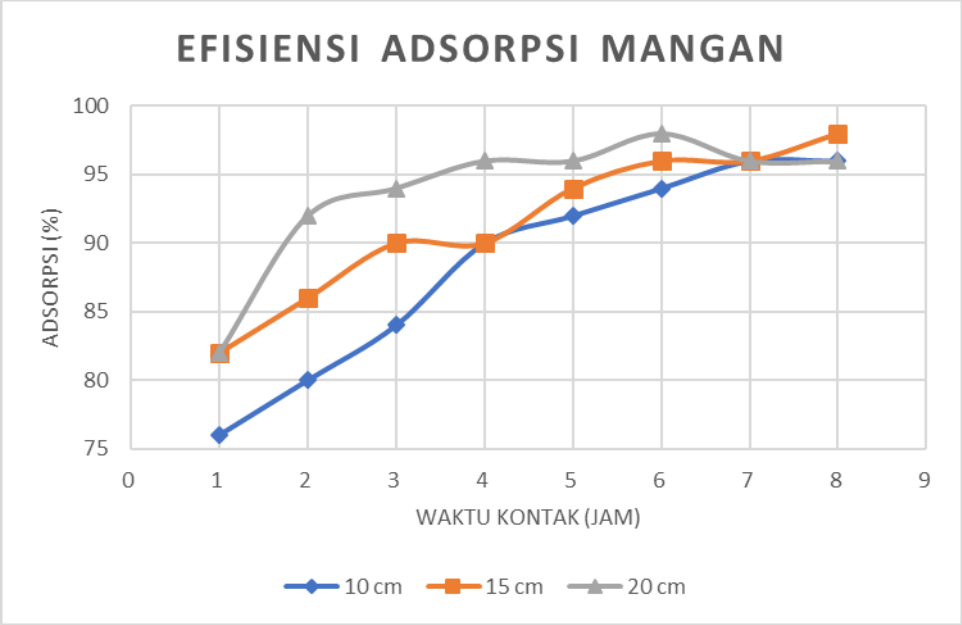
Waktu kontak (Jam)	Laju alir (ml/menit)	C0 (mg/l)	Ct (%)		
			10 cm	15 cm	20 cm
1	7,5	4,506	76,0	82,0	82,0
2	7,5	4,506	80,0	86,0	92,0
3	7,5	4,506	84,0	90,0	94,0
4	7,5	4,506	90,0	90,0	96,0

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Waktu kontak (Jam)	Laju alir (ml/menit)	C0 (mg/l)	Ct (%)		
			10 cm	15 cm	20 cm
5	7,5	4,506	92,0	94,0	96,0
6	7,5	4,506	94,0	96,0	98,0
7	7,5	4,506	96,0	96,0	96,0
8	7,5	4,506	96,0	98,0	96,0
Rata-rata			**88,5%**	**91,5%**	**93,7%**

Sumber: hasil analisa, 2020

Berdasarkan **Tabel 4.5** dapat dikatakan bahwa efisiensi adsorpsi Mangan (Mn) pada setiap bed depth berbeda-beda. Pada bed depth 10 cm rata-rata penyerapan adsorpsi sebesar 88,5%. Sedangkan pada bed depth 15 cm rata-rata penyerapan adsorpsi sebesar 91,5% dan untuk bed depth 20 cm rata-rata penyerapannya adalah 93,7%. Penyerapan kadar mangan pada laju alir 7,5 ml/menit dan variasi bed depth 10 cm berkisar antara 76% - 96%, kemudian pada bed depth 15 cm berkisar antara 82% - 98%, dan untuk bed depth 20 cm berkisar antara 82% - 98%. Berikut **Gambar 4.8** mengenai grafik efisiensi adsorpsi Mangan (Mn).



Gambar 4. 8 Grafik Efisiensi Penyerapan Mangan (Mn) pada Laju Alir 7,5 ml/menit

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa adanya perbedaan kemampuan adsorpsi antara varisi *bed depth* 10 cm, 15 cm, dan 20 cm dengan laju alir 7,5 ml/menit. Penyerapan dengan *bed depth* 10 cm cenderung lebih rendah pada jam pertama pada jam berikutnya penyerapannya cukup besar dan stabil sampai pada jam ke-8 dan tidak terjadi penurunan sampai jam ke-8. Untuk *bed depth* 15 cm penyerapan stabil sampai jam ke-8. Sedangkan untuk besar penyerapan pada *bed depth* 20 cm pada jam pertama kemampuan penyerapan cukup besar dan stabil sampai jam ke-6 dan terjadi sedikit penurunan pada jam ke-7.

4.5.3 Pengujian Variasi Bed Depth dengan Laju Alir 10 ml/menit

Pada penelitian ini menghasilkan data inlet dan outlet kadar mangan melewati kolom adsorpsi. Pengaruh variasi *bed depth* dalam kolom setinggi 10 cm, 15 cm, dan 20 cm diuji dengan parameter laju alir yang seragam yaitu 10 ml/menit serta dengan kadar mangan limbah artifisial yang sama yaitu 5 mg/L. pengamatan dilakukan selama 8 jam pengaliran limbah dalam kolom dan diuji dengan menggunakan metode persulfat. Data hasil pengukuran kadar mangan dengan variasi *bed depth* dan laju alir 10 ml/menit disajikan dalam **Tabel 4.6** berikut:

Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Kadar Mangan (Mn) dengan Laju Alir 10 ml/Menit

Waktu kontak (Jam)	Laju alir (ml/menit)	C0 (mg/l)	Ct (mg/l)		
			10 cm	15 cm	20 cm
1	10	5	1,172	0,991	0,991
2	10	5	0,991	0,811	0,721
3	10	5	0,901	0,631	0,451
4	10	5	0,631	0,451	0,361
5	10	5	0,631	0,361	0,180
6	10	5	0,361	0,361	0,180
7	10	5	0,180	0,180	0,180
8	10	5	0,270	0,180	0,270

Sumber: hasil analisa, 2020

Keterangan:

C_0 = Kadar Awal Mangan (Mn)

C_t = Kadar Akhir Mangan (Mn)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan hasil pengaliran limbah mangan artifisial dapat disimpulkan bahwa kadar mangan (Mn) setelah dialirkan melalui kolom hasil effluennya adalah 0,18 mg/L – 1,172 mg/L. Hasil dari ketiga kolom yang diuji memiliki kadar mangan yang berbeda-beda, pada *bed depth* 10 cm kadar mangan terendah adalah 0,18 mg/L pada jam ke-7 . Sedangkan untuk *bed depth* 15 cm kadar mangan terendah 0,18 mg/L pada jam ke-7 dan ke-8 dan untuk *bed depth* 20 cm kadar terendah mangan adalah 0,18 mg/L pada jam ke-5 sampai jam ke-7. Berikut **Tabel 4.7** mengenai efisiensi penyerapan mangan (Mn) laju alir 10 mg/L.

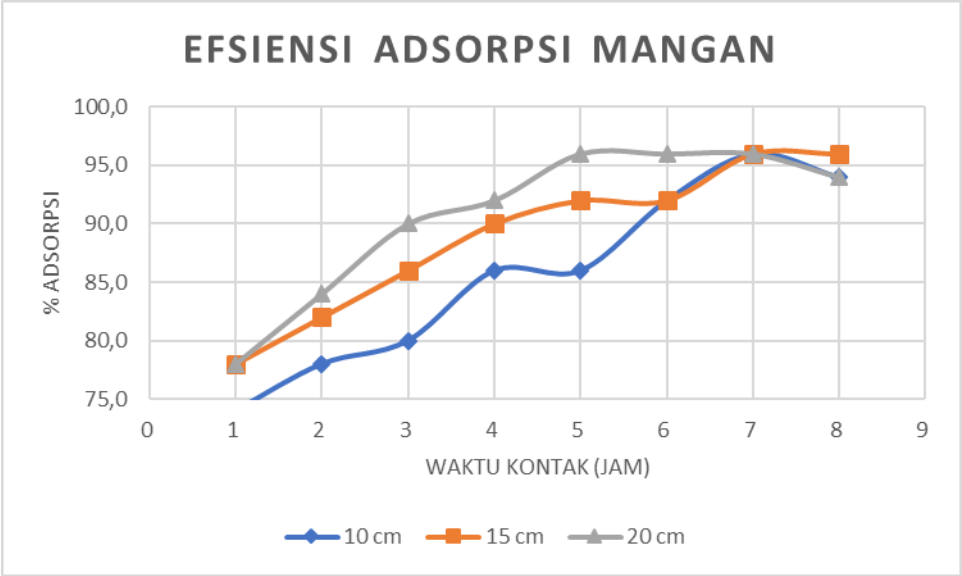
Tabel 4. 7 Efisiensi Penyerapan Mangan (Mn) dengan Laju Alir 10 mg/L

Waktu kontak (Jam)	Laju alir (ml/menit)	C0 (mg/l)	Ct (%)		
			10 cm	15 cm	20 cm
1	10	5	74,0	78,0	78,0
2	10	5	78,0	82,0	84,0
3	10	5	80,0	86,0	90,0
4	10	5	86,0	90,0	92,0
5	10	5	86,0	92,0	96,0
6	10	5	92,0	92,0	96,0
7	10	5	96,0	96,0	96,0
8	10	5	94,0	96,0	94,0
Rata-rata			**85,7**	**89,0**	**90,7**

Sumber: hasil analisa, 2020

Berdasarkan **Tabel 4.7** dapat dikatakan bahwa efisiensi adsorpsi Mangan (Mn) pada setiap *bed depth* berbeda-beda. Pada *bed depth* 10 cm rata-rata penyerapan adsorpsi sebesar 85,7%. Sedangkan pada *bed depth* 15 cm rata-rata penyerapan adsorpsi sebesar 89,0% dan untuk *bed depth* 20 cm rata-rata penyerapannya adalah 90,7%. Penyerapan kadar mangan pada laju alir 10 ml/menit dan variasi *bed depth* 10 cm berkisar antara 74% - 96%, kemudian pada bed depth 15 cm berkisar antara 78% - 96%, dan untuk *bed depth* 20 cm berkisar antara 78% - 96%. Berikut **Gambar 4.9** mengenai grafik efisiensi adsorpsi Mangan (Mn).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4. 9 Grafik Efisiensi Penyerapan Mangan (Mn) pada Laju Alir 10 ml/menit

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa adanya perbedaan kemampuan adsorpsi antara varisi *bed depth* 10 cm, 15 cm, dan 20 cm dengan laju alir 10 ml/menit. Penyerapan dengan *bed depth* 10 cm cenderung lebih rendah pada jam pertama pada jam ke-6 penyerapan terlihat cukup bagus, akan tetapi pada jam ke-8 terjadi sedikit penurunan.. Untuk *bed depth* 15 cm penyerapan stabil sampai jam ke-8. Sedangkan untuk besar penyerapan pada *bed depth* 20 cm pada jam pertama kemampuan penyerapan cukup besar dan stabil sampai jam ke-7 dan terjadi sedikit penurunan pada jam ke-8.

Hasil penelitian yang telah diperoleh, kemudian dilakukan uji validitas untuk selanjutnya dilakukan analisa statistik Kruskal Wallis Test merupakan uji statistik yang digunakan untuk mempelajari perbedaan rata-rata lebih dari dua kelompok (Kadir, 2015). Statistik uji ini digunakan karena data yang akan diuji berbentuk peringkat, selain itu data penelitian yang diperoleh berdistribusi tidak normal. Nilai ranks pada variasi bed depth dapat dilihat pada **Tabel 4.8** berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4. 8 Nilai Ranks Pada Variasi Bed Depth

Ranks

	BED DEPTH	N	Mean Rank
NILAI EFISIENSI	10.00	24	27.81
	15.00	24	37.10
	20.00	24	44.58
	Total	72	

Sumber: hasil analisis, 2020

Hasil pada **Tabel 4.8** menunjukkan bahwa hasil pengujian tersebut memiliki nilai Ranks pada variasi bed depth 10 cm sebesar 27,81, kemudian untuk bed depth 15 cm sebesar 37,10 dan untuk bed depth 20 cm bernilai lebih tinggi dari pada ke dua bed depth sebelumnya yaitu 44,58. Untuk hasil pengujian variasi *bed depth* dengan uji statistik kruskal wallis dapat dilihat pada **Tabel 4.9** sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Hasil Uji Statistik Menggunkan Kruskal Wallis Pada Variasi *Bed Depth*

Test Statistics[a,b]

	NILAI EFISIENSI
Kruskal-Wallis H	8.017
Df	2
Asymp. Sig.	.018

Hasil pada **Tabel 4.9** menunjukkan bahwa hasil uji tersebut didapatkan nilai signifikan (Asymp.sig) sebesar 0,018, dimana pengambilan keputusan dalam uji kruskal wallis dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi (Asymp.sig) dengan nilai probabilitas 0,05. Dimana jika nilai Asymp.sig >0,05

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

maka dikatakan tidak ada perbedaan antara variasi yang telah diterapkan atau H0 diterima. Namun apaila nilai Asymp.sig <0,05 maka dapat dikatakan ada perbedaan antara variasi yang telah diterapkan atau H0 ditolak. Hasil pengujian yang telah diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai probabilitas, maka 0,018 < 0,05 yang artinya H0 ditolak dan Ha diterima sehingga dapat dikatakan adanya perbedaan diantara variasi bed depth yang telah diterapkan dalam penelitian ini yaitu sebesar 10 cm, 15 cm, dan 20 cm. artinya dalam penelitian ini variasi bed depth memiliki peranan dalam menurunkan kadar Mangan (Mn) yang dimana semakin tebal media yang dilewati oleh sampel maka semakin besar Mangan (Mn) yang bereaksi dengan bioadsorben ampas tebu.

Kolom adsorpsi dengan *bed depth* yang lebih tinggi yaitu 20 cm memiliki rata-rata penyisihan kandungan Mangan (Mn) lebih tinggi jika dibandingkan dengan *bed depth* yang lebih rendah. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah Mangan (Mn) yang teradsorpsi lebih bergantung pada jumlah adsorben yang digunakan dalam kolom adsorpsi (Nevanya, 2019). Dalam penelitian Hardini (2011) menyatakan bahwa semakin tebal media yang digunakan maka efisiensi penyisihan semakin besar. Sedangkan menurut (Utama, 2015) seiring dengan peningkatan *bed depth* adsorpsi dapat meningkatkan penyisihan logam dalam sampel serta dapat memperpanjang waktu *breaktrough* dan waktu *exhaust* pada kolom adsorpsi. Untuk hasil uji statistic nilai Ranks pada variasi laju alir dapat dilihat pada Tabel 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Nilai Rank Pada Variasi Laju Alir

Ranks

	LAJUALIR	N	Mean Rank
NILAI EFISIENSI	5.00	24	45.35
	7.00	24	36.54
	10.00	24	27.60
	Total	72	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hasil pada **Tabel 4.10** menunjukkan bahwa hasil pengujian tersebut memiliki nilai Ranks pada variasi laju alir 5 ml/menit sebesar 45,35 lebih besar jika dibandingkan dengan nilai ranks pada variasi laju alir 7,5 ml/menit sebesar 36,54 dan laju alir 10 ml/menit sebesar 27,60. Untuk hasil pengujian variasi laju alir dengan uji statistik kruskal wallis dapat dilihat pada **Tabel 4.11** sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Hasil Uji Statistik Menggunakan Kruskal Wallis Pada Variasi Laju Alir

Test Statistics[a,b]

	NILAI EFISIENSI
Kruskal-Wallis H	8.946
df	2
Asymp. Sig.	.011

a. Kruskal wallis test
b. Grouping variable: ranking

(Sumber: hasil analisa, 2020)

Hasil pada **Tabel 4.11** menunjukkan bahwa hasil uji tersebut didapatkan nilai signifikan (Asymp.sig) sebesar 0,011 dimana pengambilan keputusan dalam uji kruskal wallis dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi (Asymp.sig) dengan nilai probabilitas 0,05. Dimana jika nilai Asymp.sig > 0,05 maka dikatakan tidak ada perbedaan antara variasi yang telah diterapkan atau H0 diterima. Namun apaila nilai Asymp.sig <0,05 maka dapat dikatakan ada perbedaan antara variasi yang telah diterapkan atau H0 ditolak. Hasil pengujian yang telah diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai probabilitas, maka 0,011 < 0,05 yang artinya H0 ditolak dan Ha diterima sehingga dapat dikatakan adanya perbedaan diantara variasi laju alir yang diterapkan dalam penelitian ini adalah 5 ml/menit, 7,5 ml/menit, dan 10 ml/menit. artinya dalam variasi laju alir memilii peranan untuk menurunkan kandungan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Mangan (Mn) yang dimana semakin lama waktu kontak mangan dengan bioadsorben ampas tebu maka kandungan mangan yang terserap lebih besar.

Kolom adsorpsi dengan laju alir yang lebih lambat yaitu sebesar 5 ml/menit memiliki rata-rata penyisihan kandungan Mangan (Mn) lebih besar dibandingkan dengan laju alir yang lebih cepat. Hal tersebut disebabkan oleh lama waktu kontak antara Mangan (Mn) dengan adsorben yang menyebabkan penyerapan mangan (Mn) berkurang secara signifikan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian (Sheng et al. 2018) yang menyatakan pada laju alir yang lebih rendah, bioadsorben memiliki waktu lebih banyak kontak dengan air limbah yang menyebabkan penghapusan atau penyerapan limbah dalam kolom lebih besar.

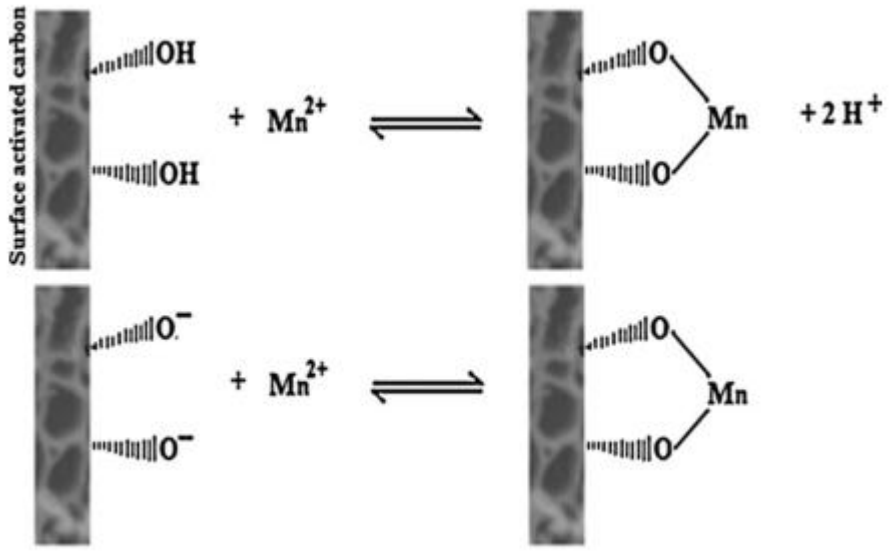
4.6 Mekanisme Adsopsi

Shofa (2012) dalam penelitiannya menyatakan ampas tebu memiliki kandungan ligniselulosa lebih besar diantaranya tersusun atas lignin 21%, selulosa 37% dan hemiselulosa 28% yang banyak mengandung gugus –OH. Adanya gugus OH pada selulosa [$C_6 H_{10} O_5$]n mengakibatkan terjadinya sifat polar pada bioadsorben, dengan demikian selulosa lebih kuat mengadsorpsi zat yang bersifat polar dari pada yang kurang polar. Selulosa yang terdapat pada ampas tebu menentukan kemampuan adsorpsi yang dimana pada selulosa tersusun atas gugus karboksil (-COO-) dan hidroksil (-OH) (Li et al. 2016). Selain itu penyerapan terjadi diakibatkan adanya interaksi antara gugus –OH pada selulosa dengan ion logam sehingga terbentuk senyawa kompleks. Pembentukan senyawa kompleks dapat dipandang sebagai reaksi asam basa lewis, dimana ligan berperan sebagai basa lewis dan logam sebagai basa lewis (Pearson, 1963).

Menurut (Maghfirana, 2019),molekul selulosa merupakan rantai-rantai D-glukosa. Glukosa merupakan salah satu bentuk karbohidrat paling sederhana (monosakarida) selain fruktosa dan galaktosa agar dapat mereduksi logam polisakarida (karbohidrat) harus dipecah terlebih dahulu menjadi monosakarida melalui proses hidrolisis.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Mekanisme adsorpsi yang terjadi antara gugus -OH yang terikat pada pertukaran ion logam yang bermuatan positif merupakan mekanisme pertukaran ion. Interaksi yang terjadi antara gugus –OH dengan ion logam dimungkingkan melalui mekanisme pembentukan ion kompleks koordinasi karena atom oksigen pada gugus –OH mempunyai pasangan elektron bebas. Ion-ion Mn^{2+} akan berinteraksi kuat dengan anion yang bersifat basa kuat seperti –OH. Ikatan antara ion Mn^{2+} dengan –OH pada polisakarida melalui pembentukan ikatan koordinasi. Dimana pasangan elektron bebas dari O pada OH akan berikatan dengan ion logam Mn^{2+} membentuk ikatan kompleks melalui ikatan kovalen (Susilawati dkk. 2019).



Gambar 4. 10 Kemungkinan Mekanisme Pertukaran Ion

Berdasarkan **Gambar 4.10** kemungkinan mekanisme pertukaran ion yang dapat dianggap sebagai ion Mangan (Mn^{2+}) yang melekatkan dirinya pada dua gugus hidroksil yang berdekatan dan gugus dua-oksil yang dapat menyumbangkan dua pasangan elektron pada ion logam, membentuk empat senyawa bilangan koordinasi dan melepaskan dua ion hidorgen ke dalam larutan (Omri dkk. 2012).

Bioadsorben ampas tebu dapat menyerap limbah artifisial Mangan (Mn) dengan baik. Hal ini dapat disebabkan karena ion logam yang telah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

diserap oleh bioadsorben saling berikatan kuat sehingga terjadi pembentukan kompleks antara ion logam dengan gugus-gugus fungsi pada dinding sel bioadsorben yang bertindak sebagai ligan pada saat proses penyerapan berlangsung dan pembentukan kompleks tersebut relatif stabil. Sifat adsorpsi dari bioadsorben dipengaruhi oleh gugus fungsinya, yang dimana unsur oksigen yang paling dominan untuk membentuk gugus fungsional seperti karbonil dan hidroksil. Daya adsorpsi bioadsorben dapat ditentukan dari luas permukaan, yang dimana semakin kecil pori bioadsorben semakin besar luas permukaannya (Maghfirana, 2019). Dalam hal ini selulosa tersusun atas gugus karboksil (-COO-) dan hidroksil (-OH) yang terdapat pada bioaserben ampas tebu berperan lebih besar dalam mengikat logam Mn yang dimana ion Mn dengan –OH pada selulosa membentuk ikatan koordinasi.

Berdasarkan hasil pada penelitian ini bahwa telah dilakukan percobaan dalam kurun waktu 8 jam dan tidak mampu mencapai titik exhaust yang dimana kondisi kenaikan konsentrasi Mangan (Mn) hingga mencapai batas jenuh sehingga konsentrasi keluaran Mn sama dengan inlet (Utama, 2015). Hal ini kemungkinan terjadi akibat kurangnya waktu kontak antara bioadsorben ampas tebu dengan Mangan (Mn). Secara garis besar dalam Reaksi mekanisme adsorpsi antara glukosa terhadap logam Mangan adalah sebagai berikut:

$$(C_6H_{10}O_6)n_{(s)} + Mn^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow (C_6H_8O_5\,Mn)n_{(s)} + H^{2+}{}_{(aq)}$$

Dari reaksi yang terjadi didapatkan rantai kimia O-H dan O-Mn, selanjutnya dapat diketahui besar nilai energi ikatan yang terbentuk,

Diketahui: O-H = 429,91 ±0,29 Kj/mol

O-Mn = 362 ±25 Kj/mol

Ditanya : ΔH...?

Jawab : ΔH = Σ(ikatan terputus) – Σ(ikatan yang terbentuk)

= 2(O-H) – 2(O-Mn)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

= 2(429,91) – 2(362)

= 859,82 – 724

= 135,82 Kj/mol

Dari hasil perhitungan yang diperoleh dapat dikatakan mekanisme penyerapan Mangan (Mn) oleh bioadsorben ampas tebu berdasarkan gaya serapnya (*driving force*) yaitu gaya dan proses kimia dengan energi yang dihasilkan berkisar antara 100-400 kJ/mol.

4.7 Integrasi Keilmuan dan Keislaman

Logam Mangan (Mn) yang terdapat dalam air yang melebihi baku mutu dapat membahayakan bagi kesehatan manusia jika dikonsumsi terus menerus. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yang dimana dalam penelitian ini memanfaatkan limbah ampas tebu sebagai bioadsorben untuk menurunkan kandungan logam Mangan (Mn) dalam air dan dapat diketahui efisiensi penurunannya. Hal ini telah dijelaskan dalam Al- Qur'an pada surat Al- A'raf ayat 56 – 58.

وَهُوَ ٱلَّذِى يُرْسِلُ ٱلرِّيَٰحَ بُشْرًۢا بَيْنَ يَدَىْ رَحْمَتِهِۦ ۖ حَتَّىٰٓ إِذَآ
أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَٰهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنزَلْنَا بِهِ ٱلْمَآءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ
مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ ۚ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ ٱلْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ
﴿٥٧﴾ وَٱلْبَلَدُ ٱلطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُۥ بِإِذْنِ رَبِّهِۦ ۖ وَٱلَّذِى خَبُثَ لَا يَخْرُجُ
إِلَّا نَكِدًا ۚ كَذَٰلِكَ نُصَرِّفُ ٱلْءَايَٰتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ﴿٥٨﴾

Artinya :

"Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdo'alah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan (56). Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa kabar gembira, mendahului kedatangan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

rahmat-Nya (hujan), sehingga apabila angin itu membawa awan mendung, kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu kami turunkan hujan di daerah itu. Kemudian kami tumbuhkan dengan hujan itu sebagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran (57). Dan tanah yang baik, tanamannya tumbuh subur dengan izin Tuhan, dan tanah yang buruk, tanaman-tanamannya tumbuh merana. Demikianlah Kami menjelaskan berulang-ulang tanda-tanda (kebesaran Kami) bagi orang-orang yang bersyukur" (58).

Ayat diatas mengajarkan kita bahwa sebagai umat manusia dilarang untuk berbuat kerusakan di bumi ini karena Allah telah menjadikan manusia sebagai khalifah-Nya. Sebagai khalifah, manusia memiliki tugas untuk menjaga, merawat, memelihara maupun memanfaatkan yang ada di alam semesta ini dengan baik. Dalam penelitian ini, peneliti membuat alternatif pengolahan air yang mengandung logam mangan tinggi dalam air tanah sehingga air aman dikonsumsi manusia. Dengan harapan hasil penelitian ini nantinya dapat diterapkan dan bermanfaat bagi masyarakat untuk mengatasi permasalahan air tanah yang mengandung logam berat Mangan (Mn).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disumpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan variasi laju alir bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap penurunan logam Mangan (Mn).
2. Berdasakan variasi *bed depth* bioadsorben bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap penurunan logam Mangan (Mn).
3. Ampas tebu memiliki pengaruh besar dalam penurunan logam Mangan (Mn) dalam air. Variasi *bed depth* 10 cm, 15 cm, an 20 cm dengan laju alir 5 ml/menit mampu mereduksi kadar Mangan (Mn) masing-masing sebesar 91,7%, 94,2%, dan 95,7%. Sedangkan dengan variasi *bed depth* yang sama pada laju alir 7,5 ml/menit kemampuan mereduksi kadar Mangan (Mn) masing-masing sebesar 88,5%, 91,5%, dan 93,7% dan pada laju alir 10 ml/menit mampu mereduksi kadar Mangan (Mn) masing-masing sebesar 85,7%, 89,0%, dan 90,7%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran atau rekomendasi untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Aktivasi bioadsorben dengan bahan kimia lain seperti Zink Klorida ($ZnCl_2$), Asam Fosfat (H_3PO_4), Asam Sulfat (H_2SO_4), dan Kalium Hidroksida (KOH) untuk mendapatkan aktivator yang lebih baik.
2. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya menggunakan pompa pada alat kolom untuk mempermudah aliran debit yang masuk dan keluar.
3. Percobaan dilakukan dengan waktu yang lebih lama sehingga mampu mencapai waktu jenuh (*Exhaust time*) adsorben, biasanya dalam rentan waktu 30 jam – 48 jam.
4. Percobaan dilakukan dengan variasi ukuran partikel bioadsorben maupun variasi konsentrasi limbah artifisial.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Amin, n.k., 2008. Removal of reactive dye from aqueous solutions by adsorption onto activated carbons prepared from sugarcane bagasse pith. Desalination 223, 152–161.

Apriliani, a., 2010. pemanfaatan arang ampas tebu sebagi adsorben ion logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam air limbah. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

Ardillah, y., 2016. Risk factors of blood lead level. Jikm 7, 150–155.

Astuti, w., 2015. Adsorpsi pb2+ dalam limbah cair artifisial menggunakan sistem adsorpsi kolom dengan bahan isian abu layang batubara serbuk dan granular. Jbat 27–33.

Darmono, 2001. Lingkungan hidup dan pencemaran : hubungannya dengan toksikologi senyawa logam. Ui-press 1.

Ekatrisnawan, r., 2016. Pemanfaatan karbon aktif ampas tebu utuk menurunkan kadar logam pb dalam larutan air. Skripsi. Universitas negeri semarang.

Ernasari, e., patang, p., kadirman, k., 2018. Pemanfaatan sari tebu (saccharum oficinarum) dan lama fermentasi kacang tunggak terhadap kualitas kecap manis kacang tunggak (vigna unguiculata). Jptp 4, 88.

Hartini, H., Hidayat, Y., & Mudjijono, M. (2016). Study Pore Characterization Of Γ-Alumina – Activated Carbon Composite Made Of Cassava Peels (Manihot esculenta Cranz). ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia, 11(1), 47. https://doi.org/10.20961/alchemy.11.1.106.47-57

Kadir. 2015. Statistika Terapan : Konsep, Contoh dan Analisis Data dengan Program SPSS/Lisrel dalam Penelitian. Edisi Kedua, ed., Rajawali Pers, Jakarta.

Kaur, s., walia, t.p.s., mahajan, r.k., 2008. Comparative studies of zinc, cadmium, lead and copper on economically viable adsorbents. Journal of environmental engineering and science 7, 83–90.

Li, F., K. Shen, X. Long, J. Wen, X. Xie., X.Zeng, Y. Liang, Y. Wei, Z. Lin, Huang, R. Zhong, 2016. preparation and characterization of biochars from

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

eichornia crassipes for cadmium removal in aqueous solutions. journalpone, pp. 1-13.

Maghfirana, C. A. (2019). Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Singkong Terhadap Logam Timbal (Pb) Menggunakan Sistem Kontinyu. Uin Sunan Ampel Surabaya.

Malik, D.S., Jain, C.K., & Yadav, A.K. (2018). Heavy Metal Removal by Fixed-Bed Column- A Review. ChemBioEng, 1-8.

Martín-lara, m.á., rico, i.l.r., vicente, i. De la c.a., garcía, g.b., de hoces, m.c., 2010. Modification of the sorptive characteristics of sugarcane bagasse for removing lead from aqueous solutions. Desalination 256, 58–63.

Nevyana, F. (2019). Reduksi kadar mangan (mn) pada air tanah di sekitar wilayah porong menggunakan. UIN Sunan Ampel Surabaya.

Nurbaeti, l., prasetya, a.t., 2018. Arang ampas tebu (bagasse) teraktivasi asam klorida sebagai penurun kadar ion 8.

Nurhaeni, N., Musafira, M., & Rahmatullah, A. (2017). Adsorpsi Ion Pb 2+ Menggunakan Arang Aktif Kulit Durian dengan Metode Kolom Adsorpsi. *Kovalen*, *3*(1), 1.

Norouzi, S., Heidari, M., Alipour, V., Rahmanian, O., Fazlzadeh, M., Mohammadimoghadam, F., Nourmoradi, H., Goudarzi, B., & Dindarloo, K. (2018). Preparation, characterization and Cr(VI) adsorption evaluation of NaOHactivated carbon produced from Date Press Cake; an agro-industrial waste. Bioresource Technology, 258(Vi), 48–56. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.02.106

Pandey, P.K., & Sharma, S.K. (2017). Removal of Cr (VI) and Pb(II) From Wastewater By ZeoliteNax In Fixed Bed Column. Water Conserv Sci Eng, 1-5.

Pearson, R.G. 1963. Hard and Soft Acids and Bases. J. Am. Soc. 85: 3533-3539.

Raharjo, p., raharjo, m., setiani, o., 2018. Analisis risiko kesehatan dan kadar timbal dalam darah: (studi pada masyarakat yang mengkonsumsi tiram bakau (crassostrea gigas) di sungai tapak kecamatan tugu kota semarang). Jkli 17, 9-15.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Rosihan adhani, 2017. Logam berat sekitar manusia, in: logam berat sekitar manusia. Lambung mangkurat university press, banjarmasin, p. 186.

Said, n.i., 2010. Metoda penghilangan logam berat (as, cd, cr, ag, cu, pb, ni dan zn) di dalam air limbah industri.13.

Sarjono, a., 2009. Analisis kandungan logam berat cd, pb, dan hg pada air dan sedimen di perairan kamal muara, jakarta utara. Tesis. Institut pertanian bogor.

Shafirinia, r., wardana, i.w., oktiawan, w., 2016. Pengaruh variasi ukuran adsorben dan debit aliran terhadap penurunan khrom (cr) dan tembaga (cu) dengan arang aktif dari limbah kulit pisang pada limbah cair industri pelapisan logam (elektroplating) krom. 9.

Sheng L, Zhang Y, Tang F, Liu S., 2018. Mesoporous/Microporous Silica Materials: Preparation From Natural Sand and Highly Efficient Fixed-bed Adsorption Of Methylene Blue In Wastewater. Microporous Mesoporous Mater 257:9-18.

Susilawati, n.,andriyanie, f., 2019. pengaruh waktu kontak dan aktivasi ampas tebu terhadap kapasitas adsorpsi logam Cr dan Mn.2654-8550.

Sutiyani, f., 2015. Uji efektivitas pemanfaatan limbah ampas tebu dan serbuk kayu sebagai adsorben untuk pengolahan air limbah pewarnaan jeans 8.

Thuraidah, A., Kartiko, J. J., & Ariyani, L. F. (2015). Kulit Pisang Kepok (Musa paradisiaca L.) untuk Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur. Medical Laboratory Technology Journal, 1(1), 19. https://doi.org/10.31964/mltj.v1i1.3

Utama, t.t., 2015. Biosorpsi Krom Heksavalen Menggunakan Mikroalga Amobil Dalam Sistem Kontinyu. (program studi teknik lingkungan) (thesis). Institut teknologi bandung, bandung.

Widayatno, t., yuliawati, t., susilo, a.a., 2017. Adsorpsi logam berat (pb) dari limbah cair dengan adsorben arang bambu aktif. Jurnal Teknologi Bahan Alam 1, 7.

Zaini, H., Abubakar, S., & Saifuddin. (2017). Adsorption Kinetics of Manganese (II) in Watewater of Chemical Laboratory With Column Method Using Sugarcane Bagasse as Adsorbent. IJCST, 1-9.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id